





483
Nat. m.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

LILLE. — IMPRIMERIE LE BIGOT FRÈRES

350.644

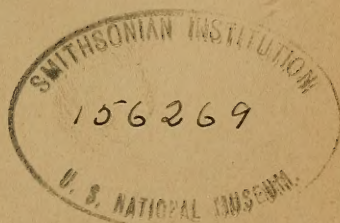
BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME DIX-HUITIÈME

1889-1890

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
7, Rue des Grands-Augustins, 7

1890



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

Séance du 4 Novembre 1889

PRÉSIDENT DE M. M. HOVELACQUE, VICE-PRÉSIDENT

Le Président annonce quatre présentations et fait part à la Société de la mort de MM. EDMOND FUCHS et MAURICE SAND-DUDEVANT.

M. Zeiller offre à la Société, au nom de M. Rob. Kidston, trois brochures de paléontologie végétale (1), et présente les observations suivantes :

Dans la première de ces brochures, intitulée *Additional Notes on some British Carboniferous Lycopods*, l'auteur complète quelques-uns des renseignements donnés par lui dans un travail antérieur, dont j'ai rendu compte en son temps (2) : il signale notamment la découverte dans le Carbonifère inférieur du Northumberland, d'un échantillon de *Lepidodendron Veltheimianum* portant encore un cône attaché à l'une de ses grandes dépressions ulodendroïdes. Quant aux ramules pourvus de cônes terminaux qu'il avait primitivement, à l'exemple de M. Stur, rapportés à cette même espèce, M. Kidston les regarde aujourd'hui comme appartenant à un type spécifique distinct, sans doute non encore décrit, ce qui confirme les idées que j'avais émises ailleurs (3) à ce sujet.

Pour les *Ulodendron*, M. Kidston a eu la bonne fortune de pouvoir

(1) Voir la Liste des dons.

(2) *Bull. Soc. Géol.*, 3^e sér., XIV, p. 168 et suiv.

(3) *Fl. foss. du bass. houiller de Valenciennes*, p. 455.

étudier un échantillon bien conservé d'*Ul. minus*, sur les cicatrices duquel il a reconnu les cicatricules caractéristiques des Sigillaires; il regarde, par suite, comme définitivement établie la réunion qu'il avait proposée, du genre *Ulodendron* au genre *Sigillaria*; l'examen des échantillons types lui a permis d'ailleurs d'affirmer formellement l'identité de l'*Ulodendron minus* de Lindley et Hutton avec le *Lepidodendron discophorum* de König.

Enfin le même travail contient, à l'égard des *Bothrodendron*, des renseignements d'un haut intérêt. Je signalerai surtout la découverte faite par M. Hemingway, dans l'une des houillères des environs de Barnsley (Yorkshire), de ramules feuillés de *Bothr. minutifolium* semblables à ceux que j'ai moi-même rencontrés dans le bassin de Valenciennes, mais dont l'un porte à son extrémité un cône de fructification bien conservé. Or ce cône me paraît spécifiquement identique au cône détaché que j'ai décrit sous le nom de *Lepidostrobus Olryi* (1); la portion basilaire des bractées est seulement un peu plus dressée; mais la constitution de ces bractées et leur disposition en verticilles concordent exactement avec ce que j'ai observé sur le cône recueilli par moi à Vieux-Condé. Cette disposition verticillée des bractées sporangifères tendrait à rapprocher les *Bothrodendron* des Sigillaires, tandis que les sporanges semblent ne différer en rien, pour la constitution et le mode d'attache, de ceux des *Lepidodendron*. D'autre part, M. Kidston a reconnu, sur un fragment de tige de la même espèce, que les cicatrices sous-corticales seraient géminées comme celles du genre *Sigillaria*, et non pas simples comme elles paraissaient l'être, et comme elles le sont réellement chez les *Lépidodendrées*. Le genre *Bothrodendron* viendrait ainsi se ranger entre les *Lépidodendrées* et les *Sigillariées*.

L'auteur décrit en outre, sous le nom de *Bothr. Wikianum*, une nouvelle espèce de ce même genre, provenant de la série des grès calcifères, et à laquelle il faut sans doute réunir le *Lepidodendron Wikianum* de Heer. Il est amené enfin, par l'examen des empreintes de Kiltorkan qu'il a pu voir dans les collections de Dublin, à réunir, conformément aux prévisions que j'avais émises (2), le genre *Cyclostigma* de Haughton au genre *Bothrodendron*; les cônes que Schimper a décrits sous le nom de *Lepidostrobus Bailyanus* et qui ont, par leur constitution, tant d'analogies avec les *Sigillariostrobus*, appartiendraient au *Cyclost. Kiltorkense*, ce qui viendrait

(1) *Fl. foss. du bass. houiller de Valenciennes*, p. 502, pl. LXXVII, fig. 1.

(2) *Expl. carte géol. Fr.*, IV, p. 165.

confirmer l'opinion relative à la place à assigner aux *Bothrodendron* parmi les Lycopodinéés paléozoïques.

Les deux autres brochures sont consacrées à l'étude, l'une d'une série d'empreintes provenant des *Middle Coal Measures* de Ravenhead, dans le Lancashire méridional, et l'autre des empreintes recueillies dans la carrière de Teilia, ouverte sur les calcaires carbonifères inférieurs, près de Gwaenygsor, au nord du Flintshire.

Les empreintes houillères de Ravenhead comprennent quelques espèces peu connues, décrites déjà par M. Marrat, et une nouvelle forme spécifique de *Sphenopteris*, voisine du *Sph. trifoliolata*, mais à folioles beaucoup plus petites. Sur le *Sphen. obliqua* Marrat, M. Kidston a reconnu l'existence de fructifications assez bien conservées qui font rentrer cette espèce dans le genre *Sphyropteris* Stur : les sporanges, coriaces comme ceux des Marattiacées, sont disposés en lignes transversales sur la bande fertile terminale ; ils affectent une forme hémisphérique, et présentent à leur sommet une dépression qui donne lieu de croire qu'ils devaient s'ouvrir par un pore apical, comme ceux des *Danæa*.

Quant aux fossiles végétaux de la Teilia Quarry, ils comprennent notamment un magnifique spécimen d'*Adiantides antiquus*, plusieurs échantillons d'un *Rhacopteris* jusqu'ici mal connu, le *Rhac. flabelata*, un *Sphenopteris* nouveau, *Sph. Teiliana*, et des fragments de rachis portant au bout de leurs ramifications des corps ovoïdes allongés, atteignant jusqu'à 8 millimètres de longueur, qui, malgré leurs grandes dimensions, semblent devoir être regardés comme des sporanges, soit de Fougères, soit peut-être, mais avec moins de probabilité, de quelque Lycopodinée plus ou moins analogue aux *Psilophyton*. Ces calcaires de la Teilia Quarry ont été considérés par M. A. J. Jukes-Brown comme représentant probablement le *Yoredale Group*, c'est-à-dire la série du calcaire carbonifère d'Ecosse ; mais, d'après les espèces qu'il a reconnues, M. Kidston serait porté à les mettre à un niveau un peu plus bas et à les assimiler à la série des grès calcifères plutôt qu'au calcaire carbonifère proprement dit.

Note sur le Paléozoïque de l'Hérault,

Lettre à M. J. Bergeron

par M. le Prof. P.-G. de Rouville

Monsieur et honoré Confrère,

J'ai bien regretté, lors de notre dernière rencontre à Montpellier, de n'avoir pas eu, auparavant, connaissance de votre importante « Étude géologique du massif ancien situé au sud du plateau central »; je vous aurais remercié des mentions flatteuses que vous avez bien voulu faire de mes recherches dans le même champ de travail, et félicité de votre si consciencieuse et si complète littérature du sujet, comme disent les Allemands; vous n'avez, pendant six ans, reculé devant aucune fatigue pour venir à bout des problèmes si ardues que l'on heurte à chaque pas dans cette région relativement si limitée; de mon côté, vous savez si j'ai négligé de profiter d'aucun des loisirs de mon enseignement pour en préparer, tout au moins, la solution; j'ai eu la satisfaction de trouver sur la carte géologique de France au millionième, à laquelle vous avez collaboré, et sur celle qui accompagne votre thèse, reproduits, à bien peu de différences près, tous les contours de ma carte de 1876, et en particulier, ceux des diverses masses minérales, cristallisées, schisteuses, calcaires, carbonifériennes, houillères et permienes, qui vous occupaient plus spécialement, et de constater, dans l'interprétation de ces formations, le résultat de nos travaux respectifs; en 1876, je m'étais borné à relever avec soin les masses paléozoïques calcaires, en si grand nombre, et aux contours si capricieux, et à les figurer sous la rubrique: Dévonien (*maxima pars*). Je les distinguais des masses schisteuses que je déterminais: Silurien (*maxima pars*); les découvertes de fossiles de date bien postérieure à la publication de ma carte, et dans lesquelles un de mes élèves dont je me glorifie, Charles Escot de Cabrières, se montre si habile et si persévérant, ont permis, depuis, des appréciations plus rigoureuses que j'ai formulées dans mes publications successives; j'ai eu aussi le plaisir de voir mes *colonnes* dévoniennes et ma notion de pli couché pour l'interprétation du Pic de Cabrières, rentrer en crédit auprès de vous; nos explications de Japhet ne sont pas, elles-mêmes, trop différentes, un même chiffre (2), désignant dans ma coupe le double facies dolomitique et calcaire de la roche qui en forme le sommet; ces confirmations, par vous, de mes premières conceptions, ont pour moi, croyez-le, une grande valeur. Vous

avez eu le grand mérite de découvrir la Faune première; notre paléozoïque régional semblait, dès lors, ne devoir recéler plus d'obscurité, en possession qu'il était d'une série maîtresse et classique : Faune première; horizons siluriens les plus familiers de Bretagne et du Boulonnais; Dévonien avec ses trois subdivisions, Coblencienne, Frasnienne, Famennienne; Faune de Visé; Flore des Houillères des Cévennes; enfin, représentant du Rothliegende, que, tous les deux, nous avons distingué nettement du Zechstein; il serait difficile d'exiger plus d'éléments de clarté, illustrés qu'ils étaient encore par des richesses organiques exceptionnelles, que les Barrois, de Koninck, von Kœnen, Zeiller et vous-même, avez étudiées et continuerez à faire connaître, avec d'habiles collaborateurs, au plus grand honneur de notre sol languedocien.

Et cependant, en dépit de si nombreux résultats, qui ont si heureusement accru l'héritage de nos devanciers, les Graff, Fournet et de Verneuil, toutes les obscurités ne me semblent pas avoir disparu; certains faits, laissés dans l'ombre, demanderaient à être mentionnés, enfin, quelques interprétations spéciales voudraient se faire jour.

La connaissance préalable de votre livre m'eût permis de vous soumettre ces divers points de vive voix; permettez-moi de le faire aujourd'hui avec la plume et de les signaler à votre attention, comme ils l'ont fait d'eux-mêmes, à la mienne.

J'userai dans mon exposition de l'ordre de progression décroissant, et je commencerai par vous communiquer une impression personnelle qui m'entraîne à des conséquences que vous n'estimerez pas indifférentes. J'ai cru observer, à l'ouest de Bédarieux, un tel passage, une fusion si graduée entre les calschistes dévoniens et les schistes sériciteux, que je me prends à douter de l'autonomie de votre *Archéen*, pour n'y voir qu'un résultat général de métamorphisme, sous l'action de la granulite si massive au Caroux, aux flancs de l'Espinouse; c'est dans la région du Pic de Tantajo, dont la chaîne domine le Pujol, Margal et Ombriès, que le Dévonien m'a paru s'écailler à sa base et passer insensiblement à des schistes brillants, s'enduisant peu à peu de séricite, traversés qu'ils sont par une infinité de filonets de granulite et devenir maclifères; ils s'adossent avec cette nouvelle physionomie à la protubérance du Caroux dans laquelle ils semblent se fondre, et vont, en masse continue, former la région calcaréo-schisteuse de St-Gervais, et plus au nord, celle de Mélague et de Brusque; vous rattachez ces schistes brillants à votre série azoïque; l'absence d'aucune démar

cation possible à tracer, si frappante, en particulier, sur le trajet de Lamalou à Douch par Villecelle, l'intercalation répétée de couches schisteuses et de massifs calcaires dans la tranchée de marbre de la Caumette; à la sortie occidentale du tunnel de Pétafi, me semblent plaider en faveur d'une unité géognostique, qui ne paraîtrait pas devoir laisser la place à votre *Archéen*, et que Dufrénoy relevait déjà d'une manière si magistrale dans son « terrain ancien » de la Montagne Noire; la présomption de M. Boisse touchant l'âge possible de son « terrain de transition », celles même d'Emilien Dumas à l'endroit de son « Silurien métamorphique », qu'il ne voyait pas de raison pour ne pas rajeunir, se trouveraient ainsi justifiées; il me serait, en effet, difficile de voir un simple jeu de failles ou de plis, à votre manière, et non de véritables intercalations, dans la récurrence si répétée des bandes alternativement calcaires et schisteuses que nous montrent les coupes de ces deux géologues, entre le Pic de Cabanes et Roussayroux (Aveyron) et dans les régions de l'Aigoual et du Vigan (Gard). Dévonien probablement, Silurien à la rigueur, mais Cambrien ou Archéen, j'ai peine à y croire, alors que la « dalle Cambrienne » est si discutée, et que les Pyrénées ont refusé à MM. Caralp et Roussel, des calcaires même cristallins au dessous du niveau silurien; d'ailleurs, mon unité métamorphique ne trouverait-elle pas son explication naturelle dans ces relations de voisinage que vous avez fait remarquer entre les assises dévoniennes et l'axe cristallin? ces relations n'auraient-elles pas d'elles-mêmes provoqué des conditions de métamorphisme, dont le principal facteur, la granulite, a dû, d'après vous-même, exercer son action à l'époque anthracifère? J'interpréterais de la même façon, comme séries continues d'un même âge, vos coupes de Caunes et de Citou, dont je rattache les calcaires à ceux du Lenz et de Courniou vers l'est, colorés, dans votre carte, de la teinte dévonienne.

La mémorable session de Quimper, sous la direction de notre savant confrère Barrois, nous a fourni plus d'une occasion d'observer des modifications analogues dans des conditions identiques de masses modifiées (Silurien et Dévonien), et d'agents modificateurs (granites et granulites post-dévoniens).

Vous comprendrez aisément qu'en raison de ces présomptions, que j'abandonne sans réserve à votre appréciation, j'eusse préféré ne pas trouver, sous la même rubrique et sous une même couleur, sur votre carte, les deux termes *Archéen* et *Cambrien*; plein de défiance vis-à-vis du premier, j'aurais tenu à rendre au second,

restreint à la signification de Faune première, l'honneur qui lui revient, et, l'isolant absolument de tout ce qui n'est pas lui, en marquer les affleurements d'un signe tout spécial, partout où ils se rencontrent. J'ai été assez heureux pour ajouter à vos deux premiers gisements un certain nombre d'autres; j'en ajouterai un nouveau, que j'ai reconnu tout récemment; c'est au sud de Prémian, sur le chemin de Notre-Dame de Trédos, en contre-bas, au N. de la chapelle; il se trouve comme tous les autres, en faille entre l'Armoricain et le Dévonien. La couleur verte, marquée du numéro 21, qui recouvre une si vaste surface sur votre carte, risque, à mes yeux, de donner une notion inexacte des conditions précises de l'affleurement des Paradoxides.

Cette même couleur me paraît, en outre, occuper des points qui ne me semblent pas relever d'elle; vous représentez (p. 121) et vous seriez disposé à rapprocher de votre *Archéen*, les schistes inférieurs du Caragnas. Je ne saurais voir les caractères des schistes cristallins, quarziteux et ardoisiers; ils me sembleraient se rattacher à la masse schisteuse uniforme qui, depuis l'embouchure du ruisseau des Vignos, près Cabrières, se prolonge jusqu'auprès de Vieussan, en contact, du côté du nord, avec la formation calschisteuse dévonienne de Fos, Faugères, Aigues-Vives, Estaussan, et, du côté du sud, avec le Silurien de Cabrières, de Lauriol, de Laurens, de Magué sous St-Nazaire; la continuité stratigraphique se trouvant corroborée par l'analogie pétrographique, la présence de nodules armoricains, dans les schistes de Lenthéric et d'Aigues-Vives, leurs similaires, pouvait faire croire qu'eux-mêmes en renfermeraient; cette découverte attendue vient de se réaliser; déjà, quelques apparences, dans leurs feuillets, de délinéaments organiques végétaux ou animaux (*Dictyonema* ??) sur le chemin de Valmascle, près de Cabrières, éloignait de mon esprit la notion de schistes azoïques; la rencontre toute récente de nodules et de gâteaux à tophus, que je viens de vérifier, sur les indications d'Escot, nous transporte en plein monde fossilifère; les débris, jusqu'ici peu déterminables, rappellent pourtant assez bien les *Dinobolus* et les *Orthocères* pour y faire reconnaître l'horizon de l'Armoricain de Mourèze; leur situation par rapport à celui de Boutoury est celle que votre coupe leur assigne; leur niveau géologique seul serait à remonter.

Un nouveau fait qui ne me paraît pas négligeable, et dont je ne trouve pas mention dans votre livre, se relie à ces mêmes schistes: il s'agit de la présence, dans leur épaisseur, de lopins calcaires qui portent des traces d'encrines, et que leur inclusion, que je crois

réelle, m'amène à distinguer des îlots de Calcaire carbonifère, encastrés, eux-mêmes, d'une manière si décevante, dans leur gangue schisteuse ; de beaux exemples s'en observent sur le chemin de Valmascle, au quartier des Mularesses, au lieu dit, les Ruches, dans la région du Haut Cabrières, et aussi sur le chemin de Vailhan à Paders et dans les quartiers de l'Aumône et du Mas Castel ; la physionomie de ces inclusions, leur mélange de schistes siliceux noirs rappelant les phanites, leur voisinage des masses calcaires dévoniennes, dont elles forment le substratum et comme le prélude, ne semblent-elles pas devoir les faire comprendre avec ces dernières dans un même système ?

On retrouve ces mêmes inclusions calcaires à Poussarou près St-Chinian, à Cavenac, à Bégot-le-Haut, près de St-Pons, et dans les environs de Rieussec, sur le chemin de la Garrigue à St-Pons ; elles sont, dans ces différents lieux, soudées et comme greffées sur des bandes de grès durs verdâtres, et s'y répètent jusqu'à cinq ou six fois par zones alternantes ; elles précèdent de très peu la barre dévonienne calcaire des Contentes, d'Euzède et de Colfumat, qu'elles supportent, et à laquelle on serait disposé à les relier ; mais vous donnez les grès qui semblent les inclure pour des grès annéidiens ! vous les déclarez (p. 77-78) inférieurs aux schistes rouges de la Faune première. Je regrette de ne trouver dans votre livre, à défaut de coupe, aucune indication précise de localité où puisse s'observer cette superposition que je n'ai pas réussi à constater ; ces mêmes grès m'ont paru se diriger vers l'est sous les ardoises violettes de Poussarou, et vers l'ouest, sous les calcaires dévoniens de Cavenac, au-delà desquels se développent les schistes quartziteux à nodules armoricains de Teussines et de St-Beauzille ; je reste donc sur la réserve, à leur endroit, jusqu'à nouvel ordre.

Permettez-moi, en finissant, de ramener votre attention sur la question déjà soulevée dans ma Monographie, du polymorphisme d'une même formation, dans des limites géographiques très restreintes, autrement dit, sur le contraste pétrographique si frappant qui éclate entre la bande dévonienne, si essentiellement calcaire et si riche en zones fossilifères, de Cabrières, de la Serre de Roquebrun, du mas Rolland, et la masse uniforme calcaréo-schisteuse qui, depuis le Caragnas aux goniatites frasniennes, s'étend sans solution de continuité, comme sans horizons géologiques distincts, jusques au-delà de St-Pons. Si nous étions amenés à y voir deux milieux de sédimentation différents, quoique contigus, nous devrions reconnaître que les différences s'en seraient atténuées dans la

région de Caunes, où le système calcaréo-schisteux se relie si étroitement au calcareux massif.

J'appellerai encore votre attention sur la double physionomie des schistes à nodules, si argileux et si brisés-menu (*Cagadeniers* dans le pays) à Boutoury, St-Chinian, Ste-Colombe, si quarziteux et ardoisiers à Boutoury même, à la base à Faugères et au revers N. de St-Beauzille au Sud de Courniou? Par contre n'observe-t-on pas comme un véritable isomorphisme entre les schistes carbonifériens d'une part et les schistes siluriens de l'autre? Votre carte attribue aux premiers, dans la région de Laurens, une vaste surface, alors que le silurien m'en paraîtrait devoir revendiquer une partie (moulin de Ciffre, vers Antignac, moulin à vent de Laurens.....).

Ces particularités pétrographiques sont autant d'éléments d'incertitude que viennent, par surcroît, compliquer les difficultés stratigraphiques.

Dans ces conditions j'ai cru bien faire de venir en toute liberté, après la lecture de votre beau travail, vous soumettre quelques-unes des observations qu'il m'a suggérées, dans la confiance qu'elles provoqueront des éclaircissements de nature à dissiper enfin les obscurités d'une géologie locale si riche en faits intéressants, que vous êtes le premier à déclarer encore inépuisés, et, un peu à notre confusion, incomplètement élucidés.

Réponse à la note de M. le Professeur P. G. de Rouville

par M. J. Bergeron

Il ne m'avait pas paru en comparant la façon dont nous interprétons les mêmes faits, que M. de Rouville et moi fussions tant d'accord qu'il le dit; c'est donc avec grand plaisir que j'ai lu la première partie de la lettre qu'il m'a fait l'honneur de m'adresser.

Je suivrai dans ma réponse l'ordre qu'a adopté M. de Rouville, de telle sorte que je n'aie pas besoin de reproduire ses objections.

Ainsi que le savant professeur de Montpellier, j'ai observé dans les environs de Bédarieux des calcaires et des calcschistes associés à des schistes d'aspect sériciteux appartenant, pour moi également, au terrain dévonien. Mais c'est sous ces derniers que se voient les schistes de la série primitive qui se distinguent des schistes gras dévoniens par leur cristallinité bien plus grande, enfin par un métamorphisme beaucoup plus accusé. Si toutes ces couches

schisteuses dévoniennes ont pris un aspect lustré, c'est par suite du glissement des assises paléozoïques les unes sur les autres sous l'influence de la forte pression qu'elles ont subie dans cette région. En effet, entre la Caumette et la sortie du tunnel de Pétafi, près la gare de Faugères, j'ai pu relever un certain nombre de plis (3 synclinaux et 2 anticlinaux) intéressant les calcschistes et les calcaires; ils sont redressés jusqu'à la verticale ou plongent faiblement vers le S.-E. Ce ne sont pas des intercalations, comme le croit M. de Rouville; en effet, si l'on traverse les bandes dévoniennes, perpendiculairement à leur direction, on trouve les couches qui les constituent dans un certain ordre jusqu'à un point, à partir duquel on recoupe les mêmes couches dans l'ordre inverse; c'est bien la structure d'un pli et je l'ai observée partout où il n'y a pas faille.

Si les schistes inférieurs au Dévonien, qui dans les environs de Bédarieux sont franchement métamorphisés, comme le sont toujours ceux de la série primitive, étaient de même âge que l'ensemble de couches calcaires que je rapporte au Dévonien, celles-ci devraient présenter les mêmes caractères de métamorphisme que j'ai signalés dans les calcaires cristallins qui accompagnent les micaschistes. Or, il n'en est rien. Ces calcaires sont semblables à ceux de même âge de la partie orientale de la Montagne Noire; ils sont un peu fibreux, fait sur lequel je reviendrai à la fin de cette note. D'ailleurs la série dévonnaise repose avec ces mêmes caractères sur le Cambrien et sur le Silurien moyen non métamorphisés.

Il est d'autres calcaires que j'ai placés à la base de la série sédimentaire; ils sont beaucoup plus cristallins que ceux dont je viens de parler, ils sont intercalés au milieu de schistes métamorphiques et ils ont été traversés par la granulite qui a provoqué la formation de la roche que j'ai désignée sous le nom de calcaire à minéraux. Ces calcaires ne m'ont jamais présenté aucune trace de fossiles. Peut-être parmi les gisements que j'ai signalés, faudra-t-il faire rentrer dans le Dévonien celui de Citou, comme le voudrait M. de Rouville. S'il en était ainsi, c'est qu'en ce point il y aurait un pli synclinal, que d'ailleurs je n'ai pu reconnaître. Comme l'on cite, au milieu des schistes primitifs des intercalations de calcaire, même dans les Pyrénées, en dépit de ce qu'ont pu dire MM. Caralp et Roussel, j'ai supposé avec quelque vraisemblance que j'avais affaire à une de ces intercalations.

La première remarque de M. de Rouville tendait à établir qu'il n'y avait pas d'Archéen là où je l'avais signalé; dans la seconde, le savant professeur de Montpellier exprime bien nettement sa

pensée : il est *plein de défiance vis-à-vis de l'Archéen*. Il est très vrai que, jusqu'à présent, rien au point de vue du facies ne répond, dans la Montagne Noire, à l'Archéen, tel qu'il a été défini par M. Hébert pour l'Ouest de la France; cependant il doit y avoir son équivalent parmi les sédiments anciens du Languedoc. Ne pouvant faire aucune division dans les premières assises sédimentaires, puisqu'au point de vue stratigraphique, il n'y a aucune discordance et qu'au point de vue lithologique et minéralogique, il y a un passage graduel des assises les unes aux autres jusqu'à celles qui appartiennent au Paradoxidien, j'ai groupé le tout sous le nom d'Archéen-Cambrien qui indique approximativement les limites entre lesquelles il faut placer cet ensemble d'assises.

Si, sur ma carte, je n'ai pas fait de distinctions entre les assises renfermant la faune primordiale et celles ne la renfermant pas, c'est que les limites de la faune primordiale ne nous sont pas connues. Pour quelques bandes que j'aurais pu représenter, combien d'autres ne nous ont encore rien fourni qui, dans l'avenir, nous livreront soit la faune paradoxidienne, soit, comme je l'espère, celles à *Olenellus* et à *Olenus* ! Les renseignements que j'eusse ainsi donnés auraient été certainement faux; j'ai préféré m'abstenir pour le moment. De plus, je n'ai pas cru devoir indiquer les gisements fossilifères sur ma carte, d'abord parce que l'échelle en était trop petite, puis aussi parce que je n'ai jamais attaché une grande importance aux gisements pris en eux-mêmes. Il m'a semblé qu'il était plus intéressant de signaler ce fait, qu'à l'est d'une ligne fictive passant par Berlou et Olargues, le Paradoxidien, avec ses caractères ordinaires, ne se laissait plus rencontrer (1).

D'ailleurs ma carte, que je n'ai jamais considérée que comme une ébauche, date de 1888, ainsi que j'ai eu le soin de l'indiquer. Je compte la compléter chaque année et en donner une autre édition dès que les minutes au 1/80.000 seront terminées. J'ai pu déjà, en 1889, la corriger en bien des points. C'est ainsi que j'ai retrouvé vers l'ouest l'extension des bandes du Silurien moyen de la région du Pont de Rax et du St-Beauzille. D'autre part, j'ai constaté dans la bande qui longe le versant méridional du Caroux de nombreux lambeaux de Silurien moyen. M. Doë, garde-général des forêts à Montpellier, m'a dit avoir des fossiles de la faune seconde provenant de ces lambeaux. Ce n'est que peu à peu que les horizons seront nettement reconnus et, pendant bien des années encore,

(1) Thèse p. 84.

on rencontrera de nouveaux gisements, notamment pour le Paradoxidien.

Le dernier que cite M. de Rouville « se trouve, dit-il, comme tous les autres, en faille entre l'Armoricain et le Dévonien. » C'est là une disposition qui est bien loin d'être aussi générale qu'il ne le pense. Plus j'étudie la région et plus je trouve que la plupart des accidents correspondent à des plis et non à des failles. A ce point de vue, je reconnais qu'il y aurait plusieurs corrections à faire sur ma carte.

M. de Rouville dit que M. Escot a trouvé des fossiles dans les schistes inférieurs au calcaire du Caragnas. L'absence de fossiles dans ces schistes, leur aspect gras comparable à celui des schistes à sérécite m'avaient engagé à les rapporter à la série primitive. Si on les compare aux schistes de l'Arenig inférieur (1) qui apparaissent à leur contact par suite d'une faille passant à l'est des Crozes, on voit une telle différence dans les caractères lithologiques qu'il me semble difficile d'admettre que ces deux sortes de schistes appartiennent à un même niveau. Cependant, si M. de Rouville est sûr des assimilations qu'il fait, il me faut reconnaître que j'ai commis une erreur.

Quant aux *lopins calcaires* et aux *inclusions calcaires* dont parle M. de Rouville, il y a, selon moi, deux cas à distinguer. Dans le premier, ce sont des lambeaux dévoniens ou carbonifères qui sont pincés au milieu de schistes ; ils correspondent à des débris de plis dont on peut quelquefois retrouver la trace ; c'est ainsi que s'explique la présence de ces *lopins* dans le voisinage de masses calcaires dont ils dépendent. Tel est le cas au niveau de Ceps, sur la route de Vieussan à Roquebrun. Quant aux *inclusions calcaires*, telles que celles observées à Poussarou, on les retrouve dans tous les schistes lorsqu'ils sont immédiatement recouverts par les calcaires dévoniens. Je ne parlerai pas ici de la cause de ce phénomène, me réservant de traiter la question dans une communication ultérieure, mais je signalerai ce fait que ces schistes peuvent être indépendants, comme âge, des calcaires qui les recouvrent. En effet, à Ferrals même, dans ces schistes à inclusions calcaires, j'ai trouvé cette année même *Conocoryphe coronata* et *Paradoxides rugulosus*. Ailleurs, du côté de Ferrières par exemple, ce sont les

(1) M. de Rouville désigne ces schistes sous le nom d'*Armoricain*, bien que ce niveau n'ait pas été encore rencontré en Bretagne et qu'il soit très distinct du grès armoricain.

schistes gréseux verts du Cambrien inférieur qui offrent ces mêmes accidents.

Ces grès verts du Cambrien, que j'ai rapportés à l'Annélidien, sont certainement inférieurs à l'étage paradoxidien : la chose est visible dans les environs de Ste-Colombe, des Contentes, de Rodomouls, etc. Je puis même prendre comme type une des régions citées par M. de Rouville. En effet, si, partant de la métairie de Bégot haut, sur la route de St-Pons à St-Chinian, on suit le ravin qui aboutit en ce point, on arrive, en remontant cette série de grès, jusqu'au dessus du hameau de Marso, en un point où les différentes assises du Paradoxidien présentent leur superposition normale. Comme, de plus, on ne reconnaît sur le trajet aucun accident géologique qui ait pu amener un renversement, il faut bien admettre que l'on a affaire à la série régulière. C'est uniquement d'après leurs relations stratigraphiques que j'ai classé ces grès, car il est impossible de tirer quelque notion d'âge de la seule présence des traces d'annélides. Bien qu'ils paraissent faire suite à ceux du St-Beauzille, parce qu'ils ont sensiblement la même orientation, il n'en est pas ainsi en réalité; en effet, les bandes présentent de nombreuses inflexions entre ces points extrêmes (St-Beauzille et Marso); de plus il y a des failles orientées N. 70° O. dont l'une, connue par M. de Rouville, passe à l'ouest de Cavenac et est jalonnée par un filon de porphyrite micacée; ces failles ont aidé encore au mouvement relatif des différentes assises. Dès lors, il est impossible de conclure, comme le fait M. de Rouville, de ce qu'un niveau de schistes gréseux existe à une extrémité d'une bande ayant six kilomètres de long, que les schistes gréseux de l'autre extrémité soient de même âge.

La différence de facies que signale M. de Rouville dans les calcaires comme dans les schistes s'explique selon moi par ce fait que les bandes situées dans l'intérieur du massif paléozoïque ont été fortement comprimées lors de la formation des plis qui affectent tout le versant méridional de la Montagne Noire, tandis que les bandes marginales qui ont été soumises à des actions moins énergiques sont bien moins modifiées. De plus, la composition, au point de vue stratigraphique, ne semble pas être la même, la série étant plus complète dans la partie marginale. Dans la région de Caunes qui se trouve dans ces dernières conditions, on rencontre cependant les mêmes facies que dans l'intérieur du massif; mais, là encore, les dislocations ont été considérables et les pressions énergiques subies par le Dévonien ont pu suffire à produire

ces mêmes facies. Quant à l'isomorphisme entre les schistes siluriens et carbonifères, il est plus apparent que réel et j'ai pu, dans la région de Laurens, reconnaître, ainsi que M. de Rouville, quelques points où affleure le Silurien, (Route de Faugères à Laurens, de Laurens à St-Nazaire, etc.). Cependant j'ai cru, étant donnée l'échelle de ma carte, qu'il valait mieux ne pas figurer ces lambeaux isolés, de quelques mètres carrés et attribuer au Carbonifère une surface plus homogène, de manière à faire ressortir davantage son importance parmi les étages paléozoïques.

Ainsi que je l'ai dit au début de mon travail, et je ne saurais trop le répéter, je n'ai pas la prétention d'avoir élucidé toutes les questions difficiles que l'on rencontre dans l'étude géologique de la vaste région que j'ai explorée. J'ai voulu seulement grouper tous les faits nouveaux ou connus sur la géologie du Rouergue et de la Montagne Noire, pensant qu'il était bon d'attirer l'attention sur une région dont l'histoire avait été, jusqu'ici, laissée dans l'ombre.

M. **Munier-Chalmas** a eu l'occasion de constater, près de Fosses (Survilliers), *une discordance très nette entre les Sables de Cuise et le Calcaire grossier inférieur*. On peut donc admettre que, pendant la période tertiaire, un ridement très accentué s'est effectué dans le Pays de Bray à la fin de l'Eocène inférieur.

La partie la plus saillante du pli anticlinal, qui s'est ainsi formé à cette époque, a pu servir de falaise à la mer du Calcaire grossier et des Sables de Beauchamp, ce qui permet d'expliquer la découverte très importante, faite par M. Hébert, de fossiles des Lignites et des Sables de Bracheux entraînés par des courants rapides à l'époque où se déposaient les Sables de Beauchamp à Auvers, Mary, etc.

Le Secrétaire dépose sur le bureau les notes suivantes :

Le Permien dans l'Aveyron, la Lozère, le Gard et l'Ardèche

par M. G. Fabre

Notre savant confrère M. de Rouville, nous annonce une monographie du terrain permien de l'Hérault, et il vient de nous donner dans le Bulletin (1) la primeur de cette publication en faisant

(1) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3^e série T. XVI. 1888 p. 330.

connaître à grands traits les principaux résultats de son étude, savoir :

1^o La grande extension géographique et la puissance considérable de l'horizon le plus élevé appelé localement *ruffe*.

2^o La discordance de cet horizon avec le Trias qui le surmonte.

3^o La concordance générale du Permien avec le Houiller mais sa discordance locale à Neffiez et au Bousquet d'Orb.

4^o L'assimilation de l'horizon rouge avec le Permien moyen de la Souabe.

Il n'est peut-être pas hors de propos de voir si ces conclusions peuvent s'étendre au delà des limites de l'Hérault dans les départements voisins : Aveyron, Lozère, Gard et Ardèche.

AVEYRON

Déjà, en 1872, (1) suivant en cela l'opinion de Reynès (2) j'avais, contrairement aux conclusions de Boisse (3) et de Coquand (4), rattaché toute la puissante série des grès et argiles rouges au Permien supérieur, laissant dans le Permien inférieur les schistes à *Walchia* des arrondissements de St-Affrique et de Millau.

Les considérations stratigraphiques seules, c'est-à-dire la discordance constante et la transgressivité qui séparent le *rougier* d'avec le Trias, m'avaient engagé à faire de cette série rouge un étage Permien, et cela malgré la présence du *Voltzia heterophylla* que j'avais découvert dans ses couches les plus élevées.

Peu après, M. de Rouville avait reconnu la généralité de cette discordance dans l'Hérault (5) et M. Péron étendait la même conclusion au département du Tarn-et-Garonne (6). Depuis lors, tous les géologues semblent d'accord sur la limite supérieure qu'il convient d'attribuer au Permien.

En ce qui concerne, au contraire, la limite inférieure, la science paraît moins fixée. Nous lisons en effet dans la note précitée de M. Péron : « L'étage permien des bords de l'Aveyron est un des terrains les plus controversés ; chaque géologue a le sien ; évidemment tous ces désaccords ne peuvent s'expliquer que par des confusions. »

(1) *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^e série T. XXIX, p. 421.

(2) Essai de géologie et de paléontologie aveyronnaises. p. 19 et suivantes.

(3) Esquisse géologique de l'Aveyron. Impr. nationale, 1870.

(4) *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^e série T. XII, p. 127.

(5) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3^e série 1872. T. I, p. 250.

(6) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3^e série 1873. T. II, p. 88 et suiv.

M. Péron a dissipé lui-même une de ces confusions en démontrant la nullité du prétendu *Zechstein marin* de Magnan, et en ramenant le terrain permien de la forêt de la Grésigne (Tarn) au type classique des psammites et argiles rouges. Mais par contre, M. Péron a introduit dans le débat une nouvelle confusion en disant que les géologues « sont en *parfait accord* pour constater que nulle part le Permien ne renferme ni cargneules, ni dolomies, ni calcaires. »

En relisant l'autre jour le travail de notre confrère, je me suis vu nominativement cité parmi ces géologues calcifuges au *parfait accord*. Je tiens à protester et à élever ma voix en faveur du calcaire que M. Péron veut proscrire du Permien.

Le Permien de l'Aveyron, tel que je le comprends, peut se diviser en trois parties.

A la base, un système complexe et variable de poudingues, de grès et de calcaires dolomitiques avec jaspes. On peut en suivre les affleurements sur une longue bande de terrain depuis Rodez jusqu'à Bertholène ; on voit ces couches tantôt plaquées par faille contre les schistes cristallins, tantôt reposant en stratification à peu près concordante sur le Houiller. C'est là le Permien tout entier pour Coquand ; pour moi ce n'en est que le terme inférieur.

Plus haut commence une série de schistes micacés de couleur foncée avec empreintes végétales : cette série prend un assez grand développement dans les arrondissements de Millau et de St-Affrique, sur les bords de l'ancien bassin permien.

Les fossiles végétaux n'y sont pas rares en certains points privilégiés (1) ; c'est la flore des schistes ardoisiers de Lodève.

Enfin, tous ces dépôts sont couronnés par la puissante (2) série rouge monochrome dite le *rougier* ou le *ruffe* qui constitue la grande masse du Permien aveyronnais, et qui a été seule décrite comme telle par Reynès, Péron et autres. C'est cet étage qui, par ses caractères pétrographiques, et par le modelé de ses affleurements, imprime à certaines régions de l'Aveyron une physionomie toute spéciale.

Tels sont pour moi les trois étages qui constituent le terrain permien dans le grand bassin des Causses. Au point de vue minéralogique, ce terrain débute par des poudingues et des sédiments variés, *souvent calcaires*, et il se termine par des dépôts plus fins mais absolument détritiques, sans présenter nulle part des intercalations de roches éruptives ; mais déjà par ses calcaires magnésiens, ses jaspes, ses fréquentes imprégnations cuivreuses ou

(1) Bleicher. *Comptes-rendus. Ac. des Sciences*, 2 janvier 1872.

(2) 600 mètres d'épaisseur dans le bassin du centre de l'Aveyron.

ferrugineuses, sa couleur rutilante, il trahit l'influence considérable des apports internes et de la sédimentation chimique; il prépare ainsi l'avènement de l'ère triasique où cette influence devient prépondérante.

Au point de vue paléontologique, le Permien de l'Aveyron offre dans son étage inférieur quelques végétaux houillers, et surtout quelques débris de poissons; je n'ai pas été assez heureux pour y rencontrer des pièces d'une conservation assez parfaite pour être spécifiquement déterminables. Par contre, l'étage moyen est nettement caractérisé par la flore des *Walchia*; beaucoup d'espèces de Lodève se retrouvent ainsi au nord de St-Affrique. Enfin, l'étage supérieur est presque absolument dépourvu de fossiles, j'y ai cependant signalé quelques frondes de *Voltzia*, premiers avant-coureurs de la flore triasique. Dans tout ceci aucune trace d'organismes marins.

Au point de vue stratigraphique, notre Permien Aveyronnais affirme donc hautement son indépendance, quoique l'étage inférieur soit comme partout en concordance presque absolue avec les dernières couches du Houiller; il occupe déjà cependant une aire bien plus étendue, et se trouve ainsi déborder largement l'ancien bassin houiller. L'étage moyen et surtout l'étage supérieur s'étendent plus loin encore et occupent un vaste bassin d'affaissement; d'autre part ils se détachent nettement du Trias gréseux qui les recouvre d'une façon à la fois discordante et transgressive.

La transgressivité du Permien sur le Houiller et celle du Trias sur le Permien comptent, en effet, parmi les traits saillants de la géologie du Languedoc. Bien que chacun de ces terrains paléozoïques y offre le caractère commun de dépôts d'estuaire formés en dehors des eaux marines, néanmoins ils diffèrent essentiellement entre eux par leur distribution géographique.

La carte ci-après permet de s'en rendre compte au premier coup d'œil; nous reviendrons sur ce sujet à la fin du présent travail.

LOZÈRE

Nous n'en retiendrons pour le moment que ce simple fait, la localisation presque complète du Permien dans les départements de l'Aveyron et de l'Hérault (bassin des Causses).

Cependant la carte nous montre que la pointe N. E. de ce bassin pénétrait en Lozère dans la direction de la vallée du Lot. Nous ne

reviendrons pas sur les détails que nous avons publiés en 1872 (1), nous rappellerons seulement pour mémoire que le caractère littoral des dépôts s'accroît rapidement à mesure qu'on se rapproche des roches cristallines des monts Aubrac, ce qui permet de supposer légitimement que les limites anciennes du bassin permien ne devaient guère s'étendre au delà de l'emplacement actuel des dépôts de cet âge.

GARD

Sur la carte, les limites orientales du lac permien sont figurées par un trait pointillé parce que nous ne possédons aucun document permettant de préciser davantage l'emplacement de ces limites qui sont partout masquées par de puissants dépôts jurassiques.

Cependant, en un point très localisé du département du Gard, au fond des gorges du Trévezel, j'ai découvert un petit lambeau de Permien. Entre le hameau de la Mouline, commune de Lanuéjols, et le pont de Saint-Sauveur des Pourcils, on voit affleurer au flanc des montagnes de la rive droite du Trévezel des psammites argileux rouges sans stratification bien nette et épais de 10 à 20 mètres. Ces psammites reposent ici sur les schistes à sérinite et sont recouverts par des grès d'un blanc pur qui forment une corniche saillante, et qui sont le représentant atrophie du Trias. Au nord de ce point, dans la commune de Meyrueis, et au sud, dans la commune de Dourbies, le grès triasique repose directement sur les roches cristallines; vers l'est, les psammites rouges se réduisent bientôt à une épaisseur insignifiante sous le hameau de la Boissière, tandis que vers l'ouest, il s'épaississent et s'enfoncent sous la masse des dépôts jurassiques du Causse noir.

J'ai figuré ce lambeau permien comme l'extrémité d'un fiord dépendant du grand bassin houiller de Saint-Affrique.

ARDÈCHE

Si l'on quitte la région des Causses et qu'on se dirige vers l'est, il faut aller jusque dans l'Ardèche pour retrouver un dépôt permien caractérisé aux environs de Largentièrre. M. Ledoux est à ma connaissance le premier qui ait signalé ce terrain (2) et qui en ait fort clairement indiqué l'extension dans les vallées de la Ligne et de la Lende.

(1) *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^e série, t. XXIX, p. 421.

(2) *Étude sur les minerais de fer de l'Ardèche*, 1868, p. 22.

Comme ce dépôt a une grande épaisseur, il ne sera pas inutile de donner ci-dessous une coupe que nous avons relevée dans la commune de Chassiers, passant un peu au N.-O. du hameau de Coulans et se dirigeant sur le groupe de maisons qui porte le nom de l'Huthe sur la carte d'état-major, au croisement des routes de Janjac et de Valgorge.

A. Grès blanc triasique plongeant légèrement (5 à 10°) vers le sud, affleurant entre le Cellier et les Bruges et constituant tout le plateau des Chassiers; il repose en stratification discordante sur le Permien.

B. 70^m. Grande série variée formée de bancs de grès arkose alternant avec des lits de psammites argileux rouge lie de vin; la partie supérieure des psammites est à grandes dalles qui présentent de nombreux *ripple-marks*, des empreintes de gouttes de pluie, des vermiculures et autres traces laissées par le passage d'animaux.

C. 15^m. Argile rouge de couleur vive et rutilante; niveau de petites sources.

D. 50^m. Grès gris ou arkose grossière formée de cailloux anguleux peu roulés de quartz, de micaschiste et de feldspath rose; les gros bancs sont séparés par des psammites micacés de couleur claire.

E. 60^m. Psammites argileux, rouges, friables contenant des lits de petits cailloux de quartz roulés; ces cailloux augmentent en nombre et en grosseur à mesure qu'on descend la série.

Toute la masse est recoupée par quelques veinules de barytine blanche courant 120°.

F. 3^m. Dix petits lits de wacke argileuse (*gore blanc*) parfaitement stratifiés et séparés par des lits de psammite. Cette espèce d'argilolithe se brise en fragments de forme parallélipipédique (pierre carrée); sa couleur, généralement claire, passe du vert au rose; sa pâte, en grande partie amorphe, montre cependant quelques sphérolithes. Ces couches sont visibles à 40 mètres d'une maison isolée, dite les Sauzèdes.

G. 30^m. Grès rouge, parfois violacé ou lie de vin, bariolé de taches vertes, à grains fins, argileux. Les bancs irréguliers de ce grès alternent avec des lits de cailloux roulés et englobent parfois au milieu de sédiments fins des blocs de granulite ou de gneiss qui ont plus de 0^m40 de diamètre.

H. 5^m. Grès grossier très rouge passant au poudingue, découpé par des fentes verticales dirigées N. S.

I. 0^m60. Psammite argileux, jaune, compacte, micacé.

J. 1^m. Psammite très micacé schistoïde, avec traces charbonneuses et empreintes de *Cordaïtes*.

K. 4^m. Gros banc de poudingue à éléments de la grosseur du poing. Stratification oblique, indiquée par quelques lits de psammite.

L. 0^m70. Psammite noir, argileux, schisteux, rempli d'empreintes végétales assez mal conservées. M. Zeiller, à qui j'ai soumis ces empreintes en 1884, y a reconnu cependant une fougère fructifiée : *Pecopteris (Asterotheca) cyathea* Schl. (sp.) et des feuilles de *Cordaites angulosostriatus* Gr. Eury.

M. 2^m00. Poudingue solide formé de gros cailloux de quartz blanc.

N. 0^m20. Lit de psammite noir schistoïde rempli de débris végétaux partiellement transformés en houille.

O. 6^m00. Poudingue passant au conglomérat dont les cailloux roulés atteignent souvent 0^m20 de diamètre. Beaucoup de cailloux de micaschiste.

P. 5^m00. Conglomérat blanc formé de blocs énormes de granulite, gneiss ou micaschistes roulés atteignant plus de 0^m50 de diamètre.

Q. Gneiss et micaschiste courant 65°, à feuillets presque verticaux.

Cette coupe intéressante nous montre un Permien déjà épais de plus de 250 mètres, quoique incomplet. On ne peut songer à y faire des subdivisions qui seraient, faute de fossiles, forcément arbitraires, mais on peut noter cependant que les deux espèces végétales signalées dans la couche L sont du Houiller supérieur.

La base du Permien de Largentière pourrait donc être à la rigueur parallélisée avec les schistes d'Autun ; en tout cas, elle est déjà certainement d'une époque bien postérieure à celle des couches houillères de Prades (Ardèche). Ces couches étaient déjà rompues, plissées et disloquées quand les premiers conglomérats permien se déposaient au fond du bassin d'affaissement de Largentière.

Notons enfin la présence de roches ou cendres feldspathiques dans la couche F, ce qui montre que quelques éruptions porphyriques se faisaient encore jour dans le voisinage. Largentière est du reste le seul point du Languedoc où des roches de l'espèce soient signalées dans le Permien (1).

RÉSUMÉ

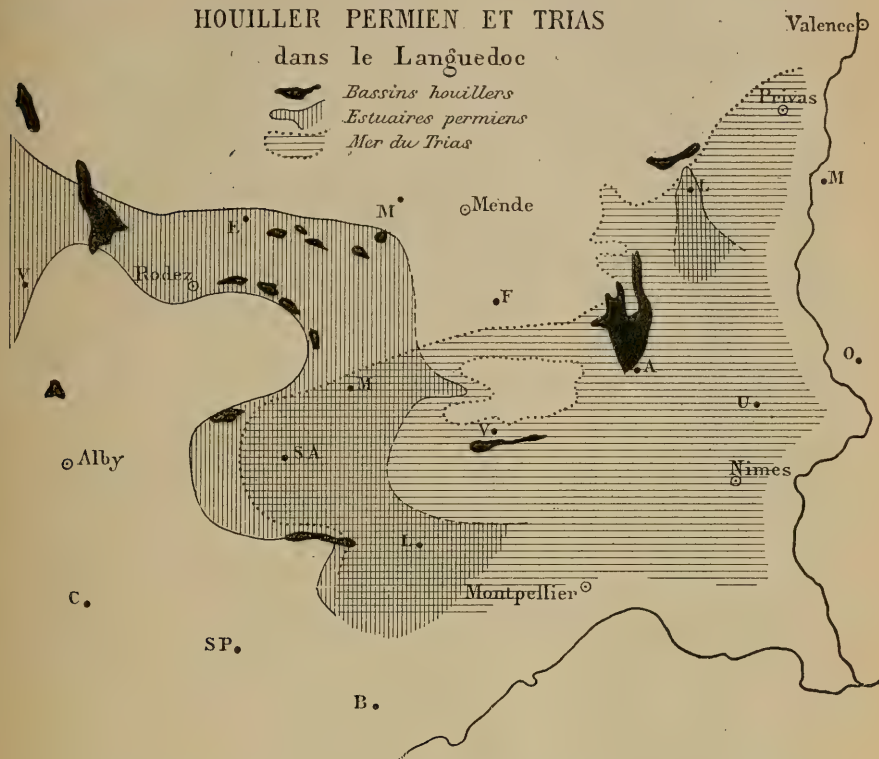
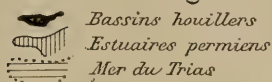
On peut ce me semble mettre en œuvre les rares et incomplètes données que nous possédons pour essayer de reconstituer l'histoire géologique de ce coin de la France à la fin des temps primaires.

(1) Ces roches sont déjà d'une excessive rareté dans les bassins houillers du Gard et de l'Ardèche. Voyez *Bull. Soc. Géol. de France*. 3^e série. T. XVI, p. 617.

Le croquis ci-dessus est une tentative de reconstitution de géographie ancienne par le tracé approximatif des nappes d'eau qui ont donné naissance à des dépôts de sédiment dans cette région.

HOULLIER PERMIEN ET TRIAS

dans le Languedoc



C'est ainsi qu'on voit les petits lacs houillers isolés remplacés à l'époque permienne par un vaste *estuaire* (1) qui lui-même sert en quelque sorte de précurseur lacustre aux lagunes littorales de la mer triasique.

On doit en effet se représenter le Plateau Central à l'époque

(1) J'emploie ce mot pour désigner une nappe d'eau étendue dans laquelle débouchent des rivières ; mais je n'entends rien préjuger sur les communications que cette nappe d'eau pouvait avoir avec la mer. Bien plus, je pense que la haute mer devait être fort loin vers l'est, probablement au-delà des Alpes. Je suis ainsi, sur ce point spécial, en désaccord avec mon savant maître M. de Rouville, qui admet l'existence de la mer permienne dans l'Hérault. Voy. *Description géologique de l'Hérault*, p. 135.

houillère comme une région continentale élevée et montagneuse, récemment disloquée par de vastes plissements qui, dans la région du sud-est, avaient préparé les premiers linéaments de la chaîne des Cévennes.

Mais les mouvements de ridement du sol ne paraissent pas s'être arrêtés ici avec la période houillère ; tandis que le Permien inférieur de l'Aveyron semble continuer la série houillère par des couches en concordance presque absolue, le Permien moyen (schistes à Walchia) déborde au contraire partout les assises inférieures, et le Permien supérieur (rougier) s'étend encore plus loin, remplissant tout le vaste estuaire dont la carte figure les contours.

C'est ainsi que peu à peu, par suite d'un lent mouvement d'affaissement, avait succédé au régime des lacs houillers, petits, étroits et sporadiques, une distribution d'eau par larges masses. Aux dépôts souvent troublés et désordonnés du Houiller avait succédé une série de sédiments plus réglés, bien qu'offrant encore parfois le caractère de dépôts torrentiels de rivage. Ces sédiments, généralement plus fins que ceux du Houiller, témoignent toujours d'un charriage plus long ; ils proviennent évidemment de la dénudation de montagnes plus éloignées et furent sans doute apportés par des rivières d'un cours considérable.

Mais ces dépôts ne sont déjà plus exclusivement détritiques ; déjà la précipitation chimique y joue un certain rôle ; dans les couches inférieures le calcaire, la dolomie, la silice font leur apparition ; puis dans les couches supérieures les argiles rouges ferrugineuses et métallifères, qui sont dans le Rouergue et le Languedoc comme un écho lointain des éruptions porphyriques du Périgord, de l'Autunois, etc.

Enfin la sédimentation permienne, après avoir entassé ces énormes épaisseurs de sédiments rouges, semble finir brusquement dans le Languedoc et le Rouergue. Partout nous en trouvons les strates inclinées et portant sur leurs tranches relevées les premiers dépôts du Trias.

Les mouvements qui ont amené cette discordance si remarquable et si générale furent complexes ainsi que le montre la diversité des directions qu'on peut relever (1) ; ils eurent dans l'ensemble pour résultat d'exonder la majeure partie de l'estuaire des Causses ; et

(1) Lozère. Direction générale des couches permienes . 34°.
 Aveyron (bassin de Rodez) 90°.
 Aveyron (bassin de Saint-Affrique) 110°.
 Ardèche (bassin de Largentière) 95°.

d'affaïsser sous les eaux toute la bordure S-E du Plateau Central. La mer triasique avança alors ses rivages depuis les Alpes jusqu'au Languedoc ; les départements de l'Aveyron, de l'Hérault, du Gard et de l'Ardèche reçurent ainsi une série d'assises variées qui se déposèrent dans les lagunes marines à fond plat dont le littoral était alors bordé.

De l'étude sommaire qui précède on peut déduire quelques conclusions générales :

1° La série permienne du Languedoc n'est à peu près complète que dans l'Aveyron, où elle comprend :

A la base, des poudingues avec calcaires et jaspes ;

Au milieu de la série, des schistes et grès fins avec *Walchia* et poissons ;

Au sommet, une puissante formation de psammites et argiles rouges, avec quelques lentilles de calcaire.

2° Dans les départements de la Lozère, du Gard et de l'Ardèche on ne trouve que des lambeaux permien incomplets et probablement d'âges différents.

3° Aucune roche éruptive ne vient interrompre la série permienne, sauf en un petit point localisé de l'Ardèche.

4° La distribution relative des eaux et des terres a subi de profondes modifications entre le Permien et le Trias ; il y a toujours discordance notable de stratification et souvent transgressivité.

5° L'insuffisance des documents paléontologiques ne permet pas de synchroniser exactement ces assises permienues avec celles des régions classiques.

Gisement carbonifère dans le Monte Pisano

par M. Charles de Stefani

J'ai annoncé, il y a deux ans, la découverte, près de Pietrataliata, dans les Alpes-Maritimes, d'un gisement de plantes carbonifères telles que *Cordaites*, *Lepidodendron*, *Sphenopteris*, etc.

M. Squinabol, qui m'accompagnait lors de la découverte, et qui, plus tard, visita de nouveau le gisement, a publié, presque en même temps, une petite note à ce sujet. Des études postérieures m'ont persuadé qu'il s'agissait de couches correspondant à la partie la plus inférieure du Carbonifère supérieur, à peu près aux couches inférieures à *Cordaites* de Saint-Etienne.

Cette année, je viens de découvrir un nouveau gisement de

plantes carbonifères dans le Monte Pisano, près de Lucques. M. le docteur Ristori m'avait apporté, dans une de ses excursions, une espèce d'anthracite graphiteuse, très grossière, dont les forgerons se servaient quelquefois pour leurs travaux, et les peintres en bâtiments (*imbianchini*) pour teindre en noir. L'idée me vint de visiter le gisement qui me paraissait montrer l'âge paléozoïque du terrain qui l'enfermait et qui me faisait soupçonner l'existence de fossiles déterminables.

En effet, le docteur Ristori et moi, nous nous rendîmes sur les lieux.

Au dessous de l'Infralias inférieur ou Rhétien très fossilifère, on voit des schistes feuilletés, souvent luisants, bleuâtres, que j'avais comparés aux schistes des Alpes apuennes, dont mes études avaient établi l'âge triasique supérieur, maintenant universellement reconnu. D'autres avaient attribué ces schistes du Monte Pisano au Permien, mais en vérité, sans donner de raisons satisfaisantes; M. de Bosniacki avait quelque temps auparavant trouvé, près de S. Giuliano, non loin de Pise, des empreintes de plantes semblables, quelques-unes, à des *Lepidodendron*, mais il s'agissait d'empreintes très confuses auxquelles on n'avait pu donner une importance décisive pour la détermination de l'âge des couches. C'est à la base de ces couches puissantes de 300 à 500 mètres que se trouvent très rarement les lits d'anthracite d'une épaisseur de 3 ou 4 décimètres à peine. Dans les environs de ces lits rien que des traces très obscures de fragments de plantes, communes, du reste, partout. Nous avons perdu l'espoir de faire quelque trouvaille importante, lorsque nous tombâmes, M. Ristori et moi, presque à la moitié de la série schisteuse, sur un endroit où les schistes, sur une hauteur de plus de dix mètres, étaient pétris d'empreintes bien distinctes de fongères et d'autres plantes. En attendant une étude plus approfondie, je puis signaler dans la couche inférieure *Cordaïtes* sp., *C. principalis* Germ., *Neuropteris* cfr. *tenuifolia* Schloth., *Pecopteris* sp., *Lepidophyllum* sp.; et dans les couches supérieures, *Neuropteris* sp., *Pecopteris arborescens* Schloth., *P.* cfr. *Miltoni* Art., *P. Candolleanus* Brong., *P.* cfr. *Pluckenetii* Schloth., *Asterocarpus* cfr. *pteroides* Brong., *Pinnularia*, etc. L'ensemble de la flore présente une extrême ressemblance avec la flore de Jano, dans la province de Florence; nous sommes donc en présence de la partie supérieure du Carbonifère supérieur.

Aux schistes sont subordonnés des grès contenant quelquefois de l'ottrélite, avec *Helminthoida*: M. Lotti y a découvert, dans la Verruca, des empreintes de *Cheirotherium* et des bivalves que je

crois attribuables à des *Anthracosia*. Il va sans dire que même ces grès sont carbonifères ; les *Cheirotherium* ne permettraient pas de les faire descendre plus bas. Au milieu des grès alternent au moins trois fois de grosses couches de poudingue siliceux qui avait été le type du terrain dit du *Verrucano*, tiré précisément de la Verruca, près de Pise. Ce *Verrucano* typique appartient donc au Carbonifère supérieur ou tout au plus moyen.

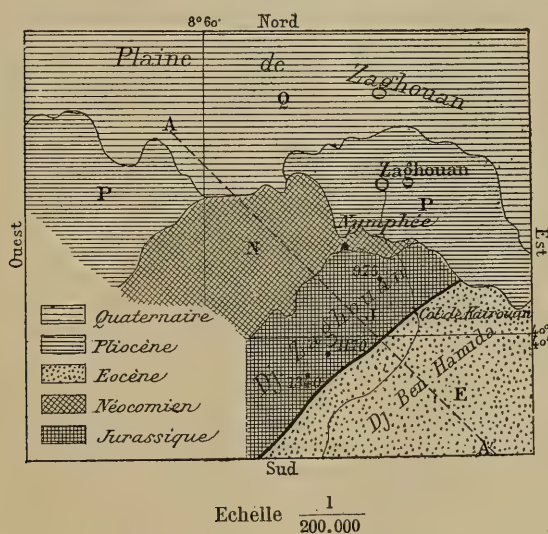
De la détermination de cet horizon si controversé, ressort, selon moi, l'importance générale de notre trouvaille.

Grande faille du Zaghouan et ligne principale de dislocation de la Tunisie orientale

par M. G. Rolland (1)

A 45 kilomètres en droite ligne au sud de Tunis (fig. 9) se dresse la grande chaîne de montagnes du Djebel Zaghouan, muraille imposante et abrupte, dont les crêtes les plus élevées culminent à 1.170^m et 1.340^m d'altitude et s'aperçoivent au loin dans toute la Tunisie du nord et du centre et jusqu'à Sfax dans le sud.

Figure 1. — Carte géologique de la région du Djebel Zaghouan.



(1) Communication faite le 3 décembre 1888.

Cette chaîne est dirigée du nord-est au sud-ouest. Au pied du versant qui regarde le nord-ouest, jaillissent les fameuses sources dont un aqueduc romain amenait les eaux à Carthage et qui alimentent aujourd'hui Tunis.

En 1883, au cours de mon exploration géologique en Tunisie pour le compte de la Mission scientifique présidée par M. Cosson (1), j'ai été amené à visiter et à étudier, en compagnie de M. Aubert, ingénieur des mines à Tunis, la région du Djebel Zaghouan, dont on trouvera ci-joint la carte géologique à l'échelle de $\frac{1}{200.000}$.

Je reconnus que la chaîne du Djebel Zaghouan résultait d'une grande faille, la plus importante qu'on rencontre en Tunisie, et que cette faille appartenait à une ligne de dislocation qui traverse toute la Tunisie orientale du nord-est au sud-ouest (fig. 9) et joue un rôle capital dans la géologie de ces régions.

Ces faits intéressants n'avaient pas encore été signalés, et, dès mon retour, je présentai à l'Académie des Sciences une note sur la *Montagne et la grande faille du Zaghouan* (2), note où je m'exprimais en ces termes :

« Le Djebel-Zaghouan est dû à un soulèvement accompagné d'une grande faille, dirigée presque exactement N. E.-S. O., qui marque le trait orographique le plus net de la Tunisie. — La chaîne même du Zaghouan représente une tranche soulevée, large de 2 km. 5 et longue d'une dizaine de kilomètres du nord-est au sud-ouest,

(1) Les itinéraires suivis par moi, au cours de cette exploration géologique, comprennent d'abord, deux grandes coupes, dirigées du nord-ouest au sud-est, à peu près perpendiculairement à la direction générale des lignes d'affleurement et de relief de l'Atlas tunisien, savoir :

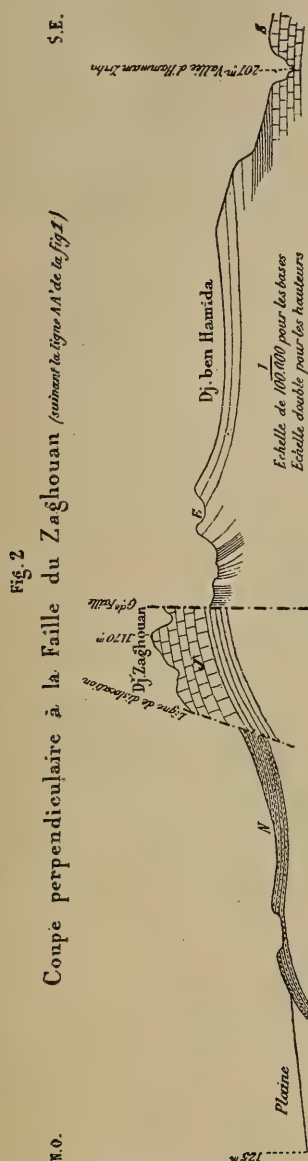
Une première coupe partant des environs de Medjez-el-Bab et allant jusqu'à Dar-el-Bey de l'Enfida ; cette coupe passe par la région du Djebel Zaghouan, à laquelle est consacrée la présente communication ;

Une seconde coupe allant du Kef à Kairouan, au travers de toute la Tunisie centrale ; cette coupe a fait l'objet d'une communication de ma part à l'*Association française pour l'avancement des Sciences* (congrès de Toulouse, 1887), ainsi qu'à la *Société géologique* (20 juin 1887) ; mais j'ai attendu, pour en rendre compte en détail dans le Bulletin de la Société, l'achèvement du travail que M. Munier-Chalmas a bien voulu entreprendre pour la détermination et la description de mes Nummulites de Tunisie.

En outre, j'ai parcouru en plusieurs sens la région du lac Kelbia, dont j'ai décrit la géologie dans le Bulletin de la Société (3^e série, tome XV, p. 187) ; — la région de Dar-el-Bey à Tunis par la plaine de Goroumbalia (id., p. 201) ; — la région de Tunis à Bizerte (id., p. 196) ; — puis la région des carrières de marbre de Chemtou, etc.

(2) G. Rolland — Sur la montagne et la grande faille du Zaghouan (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 7 décembre 1885).

limitée au sud-est, sur sa face postérieure, par la grande faille en question ».



Cette grande faille du Zaghoun apparaît clairement sur la coupe perpendiculaire que donne la fig. 2, coupe qui ne diffère pas de celle que je publiais, en 1883, dans la même note à l'Académie des Sciences, en ce qui concerne, du moins, ladite faille, c'est-à-dire l'accident principal de la région du Zaghoun.

Mais l'amplitude du rejet de la grande faille du Zaghoun est encore plus importante que je n'avais cru d'abord : car ce sont les terrains jurassiques, ainsi qu'il a été démontré par l'exploration ultérieure de M. Le Mesle, et non plus seulement les terrains crétacés inférieurs, comme je pensais alors, qui ont été relevés, le long de cette faille, au contact des terrains éocènes moyens ou supérieurs. J'ai exposé, en effet, à la Société, en lui présentant une *Carte géologique provisoire du littoral Nord de la Tunisie* (1), comment j'avais été conduit à admettre, en présence de certaines indications de M. Pomel, que les calcaires-marbres qui constituent la masse principale de la montagne du Zaghoun étaient urgoniens, tandis qu'il est démontré aujourd'hui, d'après les fossiles recueillis au Zaghoun par MM. Zappi, Kobelt et Le Mesle, qu'ils sont jurassiques.

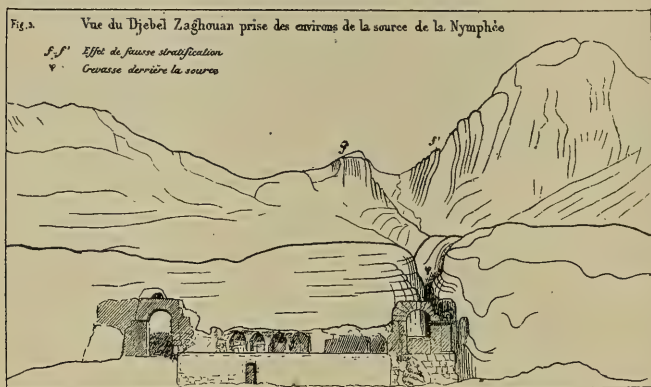
Telle quelle, la grande faille du Zaghoun a un rejet d'une amplitude d'au moins 1,000^m.

Ces préliminaires posés, j'arrive à la description de la région du Zaghoun.

(1) Communication faite dans la même séance du 3 déc. 1888 et déjà publiée dans le Bulletin de la Société (3^e série, tome XVII, p. 192).

Quant on aborde le Zaghoun par le nord (fig. 3) ou par l'ouest (fig. 6), on est déconcerté à l'aspect de cette muraille, gigantesque et dentelée, qui s'élève d'un seul jet à plus de mille mètres au-dessus de la plaine. On voit seulement que la chaîne de montagnes est constituée par un énorme massif de calcaires-marbres J (fig. 2), gris-clair, en bancs très-épais, qui donnent lieu, sur la face antérieure de la montagne, à des abrupts du plus grand effet ; mais la stratification, visible seulement par grandes masses, est généralement indistincte, et il arrive souvent que les fausses stratifications, qui abondent, frappent l'œil bien plus que la vraie.

Figure 3.



Au pied des abrupts J se trouve un puissant massif N de marnes grises et noires, avec calcaires subordonnés de même couleur, et ce massif, nettement stratifié et légèrement plissé, s'abaisse dans son ensemble, en ondulant, vers la plaine située au nord-ouest.

Je noterai incidemment, sur le bas des pentes, un manteau de grès et de poudingues pliocènes P, que j'ai, en particulier, observé vers l'extrémité nord-ouest de la chaîne du Zaghoun (fig. 4 et 6 bis), et qui augmente rapidement d'épaisseur vers la plaine de Zaghoun (fig. 4).

Que si l'on cherche à explorer le contact des massifs J et N, on y observe de nombreux exemples de dislocations, et ces dislocations, jointes à la réserve qu'imposent les fausses stratifications dont il vient d'être question, empêchent de conclure avec certitude sur les relations stratigraphiques de ces deux massifs.

Quittant ensuite cette face du Zaghoun pour se rendre sur la face arrière, on suit un chemin montant qui passe par une grande brèche, entaillant la chaîne près de son extrémité nord-est, et

conduisant à un col appelé col de Kairouan (fig. 1). Cette brèche a 300^m environ de largeur près du col supérieur. Les deux murailles abruptes qui flanquent le couloir, montrent clairement les calcaires-marbres J, en bancs très épais, affleurant par leurs tranches et plongeant vers la face avant du Zaghoun, au nord-ouest.

Enfin, après avoir franchi le col de Kairouan et tourné à droite, on se trouve sur la face arrière du Zaghoun, regardant le sud-est, et, de ce côté, on peut contempler un spectacle, moins grandiose peut-être au point de vue pittoresque que sur la face avant, mais bien plus saisissant pour le géologue.

De ce côté, en effet, les faits ont été tracés avec une rare netteté par la nature (fig. 2). Un couloir dissymétrique longe cette face de la chaîne. D'une part, le massif J des calcaires-marbres du Zaghoun est coupé, comme par un gigantesque coup de sabre, et se termine par un grand mur, presque vertical et rectiligne. D'autre part, le fond et le versant opposé du couloir présentent une formation toute différente E de grès jaunes et de marnes brunes gypseuses, qui constitue le plateau de Djebel Ben Hamida; les couches de cette formation se relèvent vers le Djebel Zaghoun, vis à vis duquel leurs tranches successives donnent lieu à des escarpements étagés, aux crêtes vives; elles se relèvent de plus en plus aux approches du grand mur J, jusqu'à venir butter verticalement contre sa base.

On a là évidemment une faille des plus nettes. Son existence avait déjà été constatée par M. Fuchs, qui avait abordé le Zaghoun par le sud-est, en sens inverse de mon itinéraire.

Cette grande faille du Zaghoun est dirigée rigoureusement suivant le N.E—S.O magnétique, dans la partie où je l'ai explorée, au sud-ouest du col de Kairouan. Elle se poursuit vers le sud-ouest, avec une direction sensiblement constante et dans des conditions semblables, jusqu'à 6 kilomètres environ du col; au-delà, les faits paraissent moins nets, et la chaîne proprement dite du Djebel Zaghoun cesse bientôt; mais il n'est pas douteux que la faille continue de ce côté le long du Djebel Kehol et au-delà, ainsi que je dirai. D'autre part, au nord-est du col de Kairouan, la faille se poursuit avec netteté, en déviant légèrement, le long du Djebel Aïn Aroun, qui forme le prolongement de la chaîne du Zaghoun de l'autre côté de la brèche, jusqu'aux pentes mamelonnées P, situées en contrebas et descendant vers la plaine du Zaghoun (fig. 1).

Nous reviendrons plus loin sur les dispositions stratigraphiques de la chaîne du Djebel Zaghoun dans le sens longitudinal. Auparavant, nous allons étudier plus spécialement les trois grandes forma-

tions E, N et J, que nous avons distinguées dans la description précédente, et nous parlerons de la ligne de dislocation qui existe aussi sur la face antérieure de la chaîne du Zaghouan.

Examinons d'abord la grande formation de grès et de marnes E qui règne au sud-est de la faille principale du Zaghouan et qui constitue le Djebel Ben Hamida.

Elle est identique à la puissante formation de grès jaunes et de marnes brunes gypsifères dont j'ai constaté l'existence plus au sud, dans l'est de la Tunisie centrale, au cours de la même campagne d'exploration de 1883, — formation qui appartient à l'Éocène. Ainsi que je l'ai exposé (1), cette formation est très développée entre la Hamada-el-Kessera et Kairouan, où sa puissance atteint un millier de mètres ; vers sa base, elle présente des bancs de calcaires-lumachelles à *Ostrea strictiplicata* Raulin, (*O. Bogharensis* Nicaise), et *O. Clot-beyi* Bellardi, et elle repose régulièrement sur les calcaires phosphatés de l'Éocène inférieur : stratigraphiquement elle semble donc se placer, en ce qui concerne sa partie inférieure, du moins, sur l'horizon des calcaires à Nummulites de l'Éocène moyen. D'autre part, les fossiles recueillis ensuite dans la même formation au Djebel Cherichira (au sud-est du Djebel Ousselet) par M. Ph. Thomas, d'abord, en 1886, puis par M. Errington de la Croix, en 1887 (2), montrent que la partie supérieure de la formation, tout au moins, appartient à l'Éocène supérieur.

Il n'est pas douteux que cette zone de grès et de marnes éocènes de l'est de la Kessera se poursuive avec continuité, sauf dénudations ultérieures, vers le nord-est, et que ce ne soit la même formation qui se retrouve à l'est du Zaghouan. Elle se poursuit également au-delà vers le nord-est, et j'ai dit que je considérais, jusqu'à preuve du contraire, que c'était elle encore qui constituait, dans le nord-est de la Tunisie, les principaux reliefs de la presqu'île du Cap Bon.

Cette formation de grès et marnes éocènes jouerait donc un rôle fort important dans la géologie de la Tunisie orientale. De même dans le nord de la Tunisie, où elle comprendrait également, selon moi, les grès si développés dans tout le massif montagneux de la Kroumirie ; M. Vélain y a trouvé, sur le littoral, les mêmes bancs

(1) G. Rolland. — Géologie de la Tunisie centrale, du Kef à Kairouan (*Association française pour l'avancement des Sciences*, 1887).

(2) E. de la Croix, — Sur la Géologie du Cherichira (*Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, 8 août 1887).

de lumachelles à *O. strictiplicata*, traversés ici par des micrograulites éruptives.

Notons enfin, à ce sujet, que les grès de Kroumirie se poursuivent dans le nord de la province de Constantine, où ils règnent aussi sur de grandes étendues et de grandes épaisseurs, et que ces grès, généralement dépourvus de fossiles, sont considérés par les géologues algériens comme appartenant au Nummulitique supérieur (1).

En résumé, d'après ce qui précède, les terrains qui règnent au sud-est de la face postérieure du Djebel Zaghouan et viennent butter contre la grande faille, appartiennent à l'Eocène moyen ou supérieur.

Considérons maintenant les terrains de l'autre côté de la faille principale, au nord-ouest, savoir : le massif des calcaires-marbres J, qui constitue la montagne même du Zaghouan, et le massif marneux N, qui règne au pied des abrupts de la face antérieure de la chaîne.

Le massif marneux N est composé essentiellement de marnes feuilletées grises et noires, parfois jaunâtres, avec bancs intercalaires de calcaires compactes ou grenus, noirs ou gris ; on y rencontre aussi des calcaires marneux gris et noirs, parfois aussi des lits sableux. La puissance visible de cette formation peut atteindre 200 mètres à l'ouest de la source de la Nymphée (fig. 2.).

Les fossiles sont extrêmement rares dans toute cette série de couches marno-calcaires. Quelques-uns y avaient cependant été recueillis déjà par M. Duportal et par M. P. Marès, qui avaient reconnu que le massif en question N est néocomien.

M. Aubert et moi avons eu la bonne fortune d'y découvrir un gisement fossilifère dans le ravin dit de la Chèvre, qui prend naissance brusquement à la descente du col de Kairouan et se dirige vers la petite ville de Zaghouan. Les figures 6 et 6 bis donnent les coupes naturelles relevées sur les deux flancs de ce ravin ; on y remarque de nombreux exemples de dislocation. Près de l'origine du ravin et sur son flanc gauche, dans des calcaires marneux gris et noirs, avec grains de glauconie (couches α et β de la fig. 6), nous avons trouvé un certain nombre de fossiles, dont je dois la détermination à l'obligeance de M. Douvillé et parmi lesquels je citerai : plusieurs bélemnites plates, dont un bel échantillon de *Bel. dilatatus* ; de petites ammonites, l'une voisine d'*Am. Nisus*, l'autre d'*Am. Emerici* ; des fragments

(1) J. Tissot. — Texte explicatif de la carte géologique au $\frac{1}{800000}$ du département de Constantine, 1881.

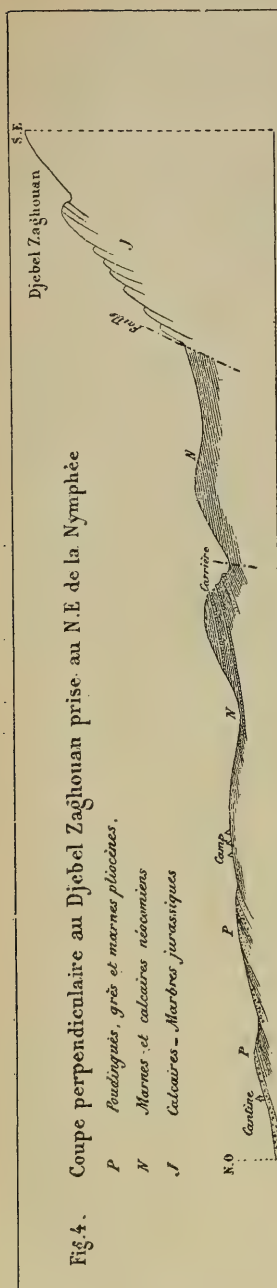


Fig. 4 bis Coupe transversale au Djebel Zaghouan par les mamelons situés au S.O. de la Nymphée.

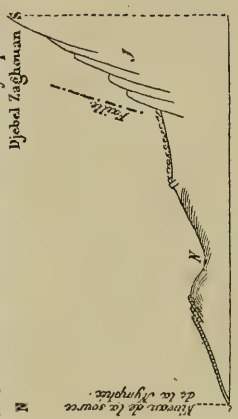
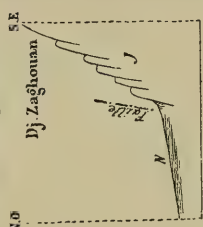
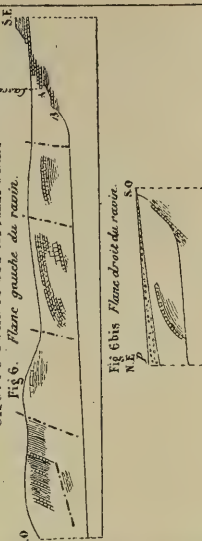


Fig. 4ter Coupe perpendiculaire au Dj Zaghouan par le second ravin au S.O. de la Nymphée.



Exemples de dislocation Coupes naturelles à la tête du ravin de la Chèvre sous le col de Kairouan



Exemple de brouillage Fig. 5 Coupe parallèle au Djebel Zaghouan par les mamelons au S.O. de la Nymphée.

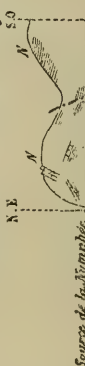
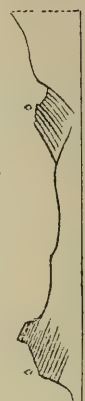


Fig. 8 Pli synclinal situé au dessus de la Nymphée. (Vue prise sur la face arrière du Zaghouan)



de *Phylloceras* et d'*Ancyloceras*; des térébratules, dont une *Zeilleria tamarindus*.

Ces fossiles indiquent les niveaux supérieurs du Néocomien.

Quant au massif calcaire J de la montagne même du Zaghouan, il comprend presque exclusivement les calcaires-marbres, en bancs très épais et à stratification grossière, dont j'ai déjà parlé. Ces calcaires-marbres sont, comme type dominant, de couleur gris clair, de texture compacte, remplis de débris d'encrines et de corps organisés, avec nodules calcaires plus foncés, fondus dans la pâte, ce qui donne à la roche une apparence de poudingue. Ils ont un faciès éminemment coralligène, lequel tranche avec le faciès vaseux pélagique des couches marno-calcaires N du Néocomien. Leur puissance au Zaghouan dépasse 300 mètres.

Ces calcaires-marbres sont, en général, absolument dépourvus de fossiles déterminables : nous n'avons pas réussi à en trouver, ni M. Aubert, ni moi, dans notre exploration de 1885, et nous ignorions alors que MM. Zappi et M. le docteur Kobelt avaient été plus heureux.

D'autre part, j'ai déjà dit que les relations stratigraphiques entre les massifs N et J n'apparaissent pas nettement sur la face antérieure du Zaghouan. Ainsi que je le faisais observer dans ma note de 1885 à l'Académie des Sciences, on y remarque, au pied des abrupts, de nombreux exemples de dislocations; les couches N sont parfois hachées de petites failles (fig. 6), ou présentent des brouillages complexes (fig. 5); certaines de mes coupes (fig. 4 *ter*) indiquent nettement une faille de ce côté, avec les marnes néocomiennes venant butter horizontalement contre les couches de calcaires-marbres inclinées à plus de 45°. Mais ces accidents auraient pu n'être que locaux, et les fausses stratifications constatées couramment dans le même massif calcaire J pouvaient faire craindre des apparences trompeuses de failles dans les autres coupes (fig. 4 et 4 *bis*). Aussi, en l'absence d'indications paléontologiques sur l'âge des calcaires-marbres du Zaghouan, ou plutôt en présence des indications données par M. Pomel pour les calcaires semblables du Djebel Bou Kournine, près de Tunis, dans lesquels un Radiolite aurait été trouvé, j'avais été amené, — par une série de considérations que j'ai déjà exposées en détail à la Société (1), — à ne pas admettre de faille longitudinale continue et normale sur la face avant du Zaghouan, et à supposer, avec M. Pomel, qu'ici, comme

(1) G. Rolland. — Carte géologique du littoral nord de la Tunisie (*Bull. Soc. géol.*, 3^e série, t. XVII, p. 192).

au Bou Kournine, les marnes N étaient sous-jacentes aux calcaires J (1). Or cette conclusion était erronée.

La paléontologie est venue fort heureusement ici au secours de la stratigraphie.

Il y a lieu de noter d'abord le renseignement fourni récemment par le service géologique d'Italie et nous apprenant que, « dès 1883, M. Zappi avait recueilli au Djebel Resas et au Djebel Zaghoun beaucoup de fossiles et entre autres : l'*Ellipsactinia ellipsoidea* Steinm., caractéristique du Tithonique. » Nous savons, de plus, aujourd'hui que M. le Dr Kobelt avait trouvé au Zaghoun une ammonite qui a été décrite et figurée, en 1885, par M. Neumayr, sous le nom de *Perisphinctes Kobelti* et rapportée par ce géologue au Tithonique inférieur.

Puis, en 1888, ce fut le tour de notre confrère M. Le Mesle, mon collègue dans la même Mission scientifique de Tunisie, qui visita également le Djebel Zaghoun, et qui retrouva le niveau fossilifère du Dr Kobelt, formé par une couche de calcaire rouge et se plaçant vers le milieu du massif des calcaires-marbres de la montagne. M. Le Mesle y a recueilli (2) *Peltoceras transversarium*, *Rhacophyllites tortisculatus*, etc., fossiles caractéristiques de l'Oxfordien supérieur.

Il est donc aujourd'hui péremptoirement démontré que le massif des calcaires-marbres du Zaghoun est jurassique, et, sans vouloir préciser encore la série des étages et sous-étages qu'on arrivera sans doute à y distinguer (3), on peut dire que les fossiles rencontrés indiquent le Jurassique supérieur et moyen.

(1) Cette conclusion erronée paraissait, d'ailleurs, corroborée par la visite de la brèche du col de Kairouan : le fond de ce couloir, en effet, présente un système de couches marneuses, grises et jaunes, se plaçant stratigraphiquement, selon toute apparence, sous les calcaires-marbres qui affleurent sur les deux flancs du couloir. Si cette apparence stratigraphique est exacte, il faut conclure aujourd'hui à l'existence d'un autre système marneux au-dessous des calcaires-marbres J dans l'étage jurassique. Que si les couches marneuses du sol de la brèche de Kairouan correspondent au massif néocomien N, il faut admettre que cette brèche est due à un effondrement de voussoir. Les explorations ultérieures de M. Aubert auront sans doute élucidé la question.

(2) Communication faite à la Société le 5 novembre 1888.

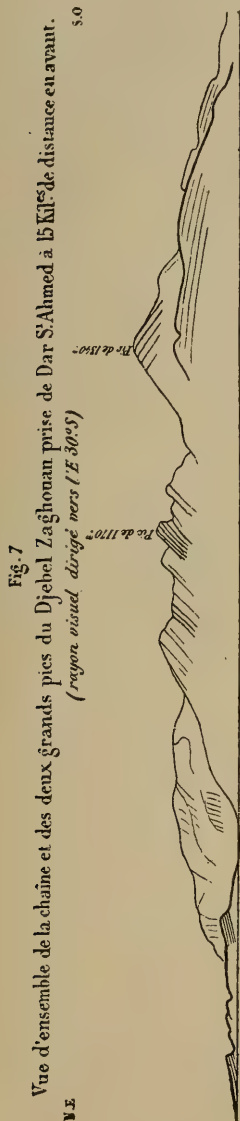
(3) Depuis que la présente communication a été faite, M. Douvillé a informé la Société, dans sa séance du 3 juin 1889, qu'il avait reçu de M. Aubert une série de fossiles jurassiques, venant confirmer et compléter les découvertes faites antérieurement par les géologues italiens et par M. Le Mesle. Il a signalé, entre autres, *Peltoceras Fouqueti*, du Zaghoun, espèce voisine du *P. transversarium*, mais paraissant occuper un niveau un peu plus élevé. L'ensemble des formes trouvées, par M. Aubert, tant au Dj. Zaghoun qu'au Dj. Oust et au Dj. Bou Kournine, se rapporte à la zone à *Amm. tenuilobatus*.

Par conséquent, il faut admettre que les dislocations constatées au contact du massif jurassique J et du massif néocomien N, situé en contre-bas, correspondent réellement à une faille sur la face antérieure du Djebel Zaghouan, ainsi qu'il est indiqué sur la fig. 2 et sur les fig. 4, 4^{bis} et 4^{ter}. D'une manière plus générale, je

préférerais dire qu'il existe une ligne de dislocation le long de cette face du Zaghouan : car, en revoyant certaines de mes coupes, il ne m'est pas encore démontré qu'il y ait faille continue et normale de ce côté. Tantôt il y a faille, tantôt pli-faille, avec étirement ou avec brouillage ; il est même possible que parfois les couches néocomiennes se relèvent simplement en recouvrant les couches jurassiques soulevées.

Quoi qu'il en soit de cette dernière réserve, la ligne de dislocation de la face avant du Zaghouan ne saurait être comparée, comme netteté et comme importance, à celle que j'avais signalée sur la face arrière et qui reste l'*accident principal* : c'est là qu'est la grande faille du Zaghouan, faille où l'amplitude du déplacement vertical peut être évalué au moins à 1.000 m., en moyenne. Nous allons voir que l'amplitude du rejet augmente vers le milieu de la chaîne, où elle atteint peut-être 1.500 mètres.

Me résumant, en ce qui concerne la question stratigraphique, je ne peux mieux faire que de répéter ce que je disais en débutant, savoir que *la chaîne du Djebel Zaghouan représente une tranche soulevée, une boutonnière*. Transversalement, l'amplitude du soulèvement de cette tranche va croissant du nord-ouest au sud-est, jusqu'à une grande faille qui limite nettement de ce côté la boutonnière ; de l'autre côté de la boutonnière, il y a une ligne de dislocation, moins importante et plus complexe.



Longitudinalement à la boutonnière, c'est à-dire du nord-est au sud-ouest, les faits stratigraphiques sont également intéressants à noter.

De mes observations détaillées dans la partie nord-est du Djebel Zaghouan et des nombreuses vues d'ensemble de la chaîne relevées par moi, tant du nord-ouest que du sud-est, il résulte clairement que l'amplitude du soulèvement va croissant des deux extrémités de la chaîne vers le milieu, de telle sorte que cette grande tranche soulevée figure un vaste bombement. Au point culminant du soulèvement, ou à la clef de voûte du bombement, il y a eu rupture et formation d'un col, flanqué de deux grands pics : ce sont les deux pics 1170 et 1340, marqués sur la carte au $\frac{1}{200.000}$, et c'est ce que montre bien la fig. 7, donnant une vue d'ensemble du Djebel Zaghouan, prise du Dar Sidi Ahmed, à quinze kilomètres de distance au nord-ouest, — le regard tourné vers la face antérieure de la chaîne.

Le bombement est accompagné, surtout près de sa naissance, d'un réseau de cassures, de fentes et de failles, transversales à la boutonnière et à la faille principale, et ce réseau conjugué hache littéralement le massif calcaire J de la montagne, où il donne lieu à une fausse stratification des plus apparentes. Or, il arrive souvent, comme j'ai dit, que cette fausse stratification attire l'attention beaucoup plus que la vraie; c'est le cas, par exemple, au-dessus de la grande source de la Nymphée, près de la crête de la montagne, et c'est ce qu'on peut voir représenté sur la fig. 3.

Près de l'extrémité nord-est du Djebel Zaghouan, c'est-à-dire près de la naissance du bombement de ce côté, nous avons vu que la continuité de la chaîne est rompue et que le massif calcaire J est entaillé par une large brèche, également transversale, la brèche de Kairouan. Peut-être même a-t-on là un exemple d'effondrement d'une tranche transversale, un effondrement de voussoir.

Signalons enfin l'emplacement remarquable qu'occupe le point d'émergence de la grande source déjà citée de Zaghouan, la Nymphée. Elle est située à 2 kilomètres environ au sud-ouest de la ville (fig. 1), et jaillit au pied des derniers reliefs qui s'étagent vers le bas de la face antérieure de la chaîne de montagnes. Immédiatement au dessus de la source et de l'ancien temple romain, le massif marno-calcaire des couches néocomiennes N est coupé par une large fente φ , transversale à la chaîne supérieure, que montre la figure 3, et qui est accompagnée latéralement de petites failles et de brouillages (fig. 5). Au-dessus, le massif supérieur des calcaires jurassiques J présente un pli synclinal très accusé, dont l'axe, également transversal à la faille

principale d'arrière, passe précisément par la fente ϕ du massif inférieur et par la source ; ce plan synclinal n'apparaît pas tant sur la face antérieure de la montagne, où l'on remarque plutôt la fausse stratification ff' (fig. 3), que sur la face postérieure, où la vraie stratification ss' ressort bien et où a été relevée la vue donnée par la fig. 8.

Il nous reste maintenant, après avoir étudié le Djebel Zaghounan proprement dit, à jeter un coup d'œil sur les régions situées tant au nord-est et au sud-ouest, c'est-à-dire suivant les prolongements de la chaîne dans le sens longitudinal, qu'au nord-ouest et au sud-est, c'est-à-dire de part et d'autre de la chaîne, transversalement à la grande faille.

Considérons d'abord les régions situées au nord-est et au sud-ouest (fig. 9).

Nous y retrouvons les mêmes terrains du Jurassique et du Crétacé inférieur. Les calcaires-marbres de la montagne même du Zaghounan, les marnes et calcaires des contreforts antérieurs de cette chaîne jouent, ainsi que j'en émettais l'opinion dans ma note de 1885, « un rôle prédominant dans la constitution des massifs montagneux qui règnent au nord-est du Djebel Zaghounan, jusqu'au Djebel Resas, au Djebel Bou Kournine et au Djebel Mokta, » et mes indications à cet égard ont été confirmées par les renseignements ultérieurs des géologues italiens, ainsi que par l'exploration de M. Le Mesle en 1888. Il en est de même au sud-ouest du Zaghounan, jusqu'aux Djebel Djoukar et Fkirine, ainsi que l'a signalé M. Baldacci et vérifié M. Le Mesle.

J'ai insisté, dans la communication à laquelle je renvoie de nouveau (1), sur cette continuité des formations du Jurassique et du Crétacé inférieur au nord-est et au sud-ouest du Zaghounan, — sauf, bien entendu, les interpositions de terrains pliocènes et quaternaires sur les flancs de certains massifs montagneux et dans certains couloirs de la surface, interpositions dont je fais abstraction ici (2).

En résumé, à partir du golfe de Tunis, une série importante de massifs montagneux, d'altitudes élevées, se succèdent vers le sud et le sud-ouest, sur 75 kilomètres de longueur, savoir : le Djebel Bou Kournine (689 mètres), avec son contrefort oriental, le Djebel Mokta, le Djebel Resas (700 mètres), le Djebel Zid (850 mètres), le

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, tome XVII, p. 192.

(2) Par exemple, sur les flancs des Djebel Zaghounan, Dj. Ben Hamida, Dj. Zriba, etc., au bord du large couloir dont la plaine de Zaghounan occupe le fond et qui descend, du nord-ouest au sud-est, de Zaghounan à Bou Fichta (fig. 1. et carte au $\frac{1}{200.000}$ de la Tunisie.)

Djebel Zaghouan (1340 mètres), le Djebel Djoukar (1171 mètres). Ces massifs montagneux se font remarquer par les formes abruptes et imposantes de leurs reliefs, et les principaux reliefs y sont constitués par une puissante et intéressante formation de calcaires-marbres du Jurassique (1), les mêmes que nous avons étudiés au Zaghouan; ces calcaires-marbres sont fréquemment métallifères (filons de galène du Djebel Resas, du Djebel Aïn Aroun, contrefort déjà cité du Dj. Zaghouan, etc). Conjointement aux terrains jurassiques, les montagnes en question comprennent de puissantes séries de marnes et de calcaires du Néocomien, avec ou sans Aptien, et je rappellerai, à ce propos, que dans les couches inférieures du massif marneux qui flanque le Djebel Mokta, à l'ouest, j'ai recueilli des bélemnites se rapportant à une espèce voisine de *Bel. semicanaliculatus*.

Du côté nord-ouest de cette longue succession de reliefs jurassiques, les mêmes terrains du Jurassique et du Crétacé inférieur présentent également une grande extension (fig. 9).

On peut citer, à 18 kilomètres environ au nord-ouest-nord du Dj. Zaghouan, le Djebel Oust (411 mètres), où la présence du Jurassique a été constatée par M. Baldacci, qui a recueilli *Phylloceras ptychoicum*, *Lytoceras quadrisulcatum*, *Aptychus punctatus* Voltz, *Belemnites Gemellaroi*, Zitt., *Belemnites enrikeri*, *Perisphinctes*. Toutes ces espèces caractérisent, d'après M. Baldacci, le Tithonique, et se retrouvent dans le même étage en Sicile (2).

Au nord-ouest du Dj. Zaghouan, je citerai ensuite la région qui s'étend du Djebel Klab à un autre Djebel Bou Kournine (271 mètres), région explorée par moi dans mon itinéraire de Medjez-el-Bab à Dar-el-Bey. On y retrouve les calcaires et marnes du Néocomien et de l'Aptien, avec grand développement de calcaires compactes, noirs ou gris foncé, à Bélemnites. On y remarque aussi les calcaires caractéristiques du Jurassique; je signalerai les calcaires-marbres,

(1) A noter parmi les fossiles recueillis récemment au Djebel Bou Kournine par M. Aubert, le *Simoceras Sautieri*, associé à plusieurs autres ammonites assez mal conservées, dont l'une paraît être le jeune du *Simoceras Doublieri*, tandis qu'un autre fragment rappelle tout à fait le *Per. unicompitus* (Communication de M. Douvillé du 3 Juin 1889).

(2) A noter également comme ayant été recueillis postérieurement au Djebel Oust, par M. Aubert, plusieurs *Perisphinctes*, parmi lesquels une forme voisine du *P. lacertosus* de Crussol.

J'ai dit plus haut que, pour M. Douvillé, l'ensemble des formes recueillies par M. Aubert aux Dj. Zaghouan, Oust et Bou Kournine se rapportent plutôt à la zone à *Amm. tenuilobatus*.

gris et roses, dont les gros bancs flanquent le Djebel Klab, au sud-est, et qui présentent des effets remarquables de fausse stratification, avec fentes et filons métallifères ; je mentionnerai aussi le massif des calcaires compactes ou saccharoïdes qui forment les abrupts du Djebel Bou Kournine, au nord-ouest, et les deux cornes de la montagne.

Toute cette région présente une série de plissements et de failles, qui appartiennent au même système de soulèvement que la chaîne et la grande faille du Zaghoun, et dont l'étude ne manquera pas d'être intéressante. Le plus grand effort de soulèvement s'est porté vers le sud-est, jusqu'au Djebel Zaghoun, où s'est produit l'accident principal et où a surgi le plus grand relief.

C'est évidemment dans les régions du Jurassique et du Crétacé inférieur qui règnent ainsi au nord et à l'ouest du Djebel Zaghoun, qu'il faut chercher les bassins d'alimentation des nappes souterraines d'où proviennent les sources qui jaillissent le long du pied des massifs montagneux des Djebel Zaghoun, Kehol et Fkirine (fig. 9), et dont les plus remarquables sont la Nymphée, au pied du Djebel Zaghoun, et l'Aïn Djoukar, au pied du Djebel Fkirine.

On comprend, en effet, que les eaux de pluie et de neige qui s'infiltreraient aux affleurements des calcaires jurassiques, néocomiens et aptiens de ces régions, donnent lieu, en se rassemblant dans le sous-sol, à des nappes artésiennes, par suite des plissements des couches où elles circulent, et que ces nappes artésiennes soient amenées à jaillir au voisinage de certaines lignes de dislocation et au croisement de cassures livrant passage aux eaux sous pression. C'est ainsi que je crois à l'existence d'un bassin artésien, d'une vingtaine de kilomètres de large, situé immédiatement au nord-ouest de la série des montagnes du Djebel Zaghoun au Djebel Fkirine, entre ces montagnes et le Djebel Klab, et coïncidant avec un grand pli synclinal des couches du Jurassique et du Crétacé inférieur (1). Les nappes artésiennes de ce bassin se relèveraient par siphonnement vers la zone soulevée des calcaires jurassiques du Zaghoun au Fkirine, et elles viendraient jaillir près de la ligne de dislocation qui règne le long du bord antérieur de cette zone, sur le

(1) Aussi admettrais-je volontiers que des sondages de recherche pratiqués dans la plaine qui s'étend au nord-ouest du Djebel Zaghoun, en des points convenablement choisis, auraient chance d'obtenir des eaux jaillissantes. De même sans doute aussi dans la plaine proprement dite de Zaghoun, au nord-est.

L'opinion que j'émetts ici mériterait, du moins, une étude spéciale, en raison de son intérêt évident.

passage des lignes transversales de cassures qui rompent la continuité des couches. En particulier, nous avons vu que le point d'émergence de la grande source de Zaghouan, la Nymphée (fig. 3), se trouve sur une fente et sur l'axe d'un pli synclinal, dirigés transversalement à la faille principale d'arrière et à la ligne de dislocation d'avant.

Examinons enfin les régions situées au sud-est de la grande faille du Zaghouan.

Je les ai explorées dans mon itinéraire de Zaghouan à Dar-el-Bey, et j'ai constaté que les formations qui règnent de ce côté de la faille diffèrent entièrement de celles que nous venons d'étudier au nord-ouest.

Une série de massifs montagneux se succèdent du nord-ouest au sud-est, sur plus de 25 kilomètres, depuis la montagne du Zaghouan jusqu'au littoral de Dar-el-Bey. Ils sont limités au nord-est par la plaine dite de Zaghouan, large couloir qui descend de Zaghouan vers Bou Fichta (voir la carte au $\frac{1}{200\,000}$ de la Tunisie).

C'est d'abord le Djebel ben Hamida (fig. 2), vaste plateau, terminé de part et d'autre par de grands escarpements étagés. Les escarpements qui regardent le Djebel Zaghouan, au nord-ouest, sont constitués par la puissante formation de grès jaunes et de marnes brunes gypsifères de l'Éocène moyen ou supérieur dont j'ai déjà parlé, et qui viennent butter contre la faille principale du Zaghouan. Le même système de couches règne sous le plateau, en plongeant faiblement avec lui vers le sud-est, et, de ce côté, affleure sur les flancs des escarpements qui couronnent les parties hautes de la vallée de l'Oued Dakla. Au dessous de cette formation, il est très probable que l'Éocène inférieur, avec ses calcaires phosphatés, doit aussi être représenté. Plus bas, apparaît une formation différente essentiellement composée de calcaires lithographiques blanchâtres, sans doute sénoniens, qui constituent les berges mêmes de l'Oued Dakla, couloir très étroit et profondément encaissé, entaillé dans ces calcaires. Notons, près du débouché de l'Oued Dakla dans la plaine de Zaghouan, la source thermale d'Hammam Zriba, en relation avec une petite faille transversale.

Au-dessus de l'autre berge, les grès et marnes éocènes forment le piton isolé du Djebel Bou Krouf (550 mètres) et à l'est de l'Oued Romane, constituent tout le grand massif du Djebel Zriba (699^m et 790^m), dont les couches doivent se relier, en amont de l'Oued Dakla, aux mêmes couches du Dj. Ben Hamida. Puis, aux Djebel Battaria et

M'Deker, c'est un système de calcaires blancs compactes et de marnes grises, appartenant au Sénonien (1), et au Djebel Biada, ce sont, de nouveau, les grès et marnes éocènes. Enfin la formation éocène est flanquée à l'est, au bord de la plaine littorale de Dar-el-Bey, d'une formation de mollasses helvétiques avec *Echinolampas amplus*, Th. Fuchs, qui constitue le monticule de Takrouna et les collines environnantes, et que j'ai décrit en détail dans ma communication précédente sur la *Géologie de la région du lac Kelbia et du littoral de la Tunisie centrale* (2).

Toutes ces régions présentent une succession fort intéressante de plissements et de failles, appartenant au même système de soulèvement que le Djebel Zaghouan. Je citerai le grand pli anticlinal du Djebel Zriba, où les grès et marnes éocènes présentent leurs tranches sur le flanc nord-ouest du massif montagneux et plongent au sud-est jusqu'à la plaine de Battaria, avec faille le long de l'Oued Battaria ; je noterai ensuite le large bombement que figurent dans leur ensemble les couches sénoniennes des Djebel Battaria et M'Deker, et, au-delà, la cuvette si bien dessinée par les couches éocènes du Djebel Biada.

En outre, cette série de massifs soulevés affecte dans le sens parallèle à l'axe du système de soulèvement, c'est-à-dire du nord-est au sud-est, la même disposition bombée que la chaîne du Zaghouan elle-même, les bombements ayant leur axe dirigé dans le sens transversal et prenant naissance, du côté du nord-est, au bord de la plaine de Zaghouan ; ils sont accompagnés de ce côté de failles latérales, telles que la faille d'Hammam Zriba.

On voit, d'après ce qui précède, que les régions situées au sud-est de la grande faille du Zaghouan sont constituées par des terrains tertiaires et crétacés supérieurs, avec prédominance de terrains éocènes. Au contraire, les régions situées au nord-ouest de cette faille sont constituées par des terrains du Jurassique et du Crétacé inférieur, sans doute avec accompagnement de terrains crétacés moyens.

La grande faille du Zaghouan, où l'Eocène supérieur ou moyen et le Jurassique sont en contact, marque donc une ligne de démarcation fort importante entre les régions situées au sud-est et au

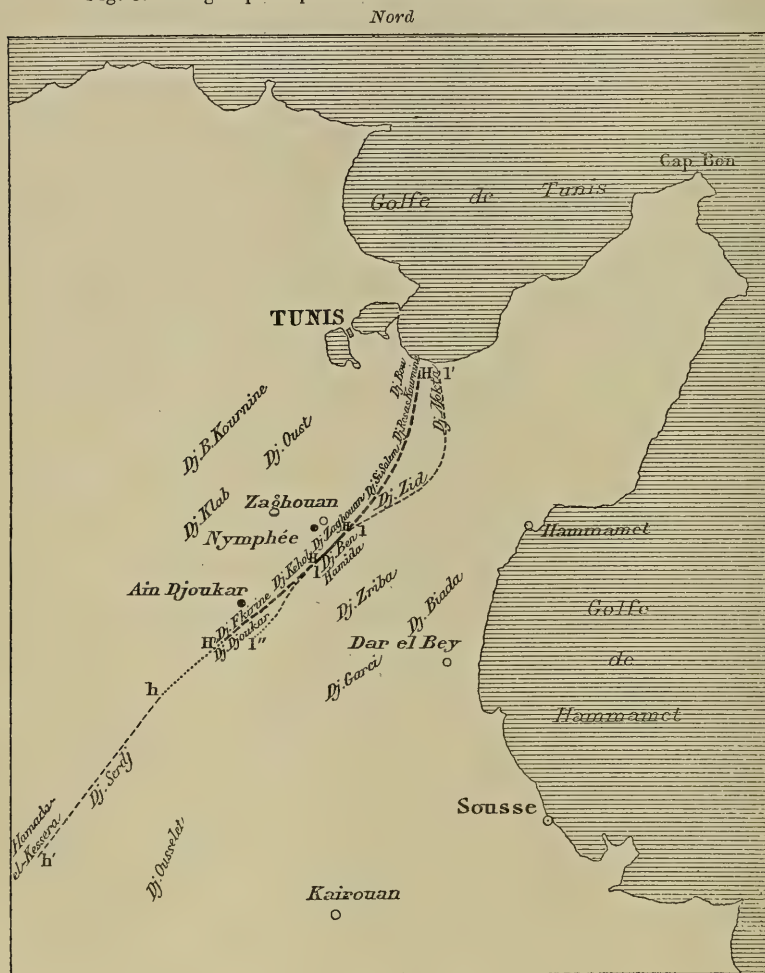
(1) Le Sénonien constitue également le massif contigu du Djebel Garci, au Sud, où j'ai recueilli, dans des calcaires grenus, gris foncé, excessivement durs, une *Ostrea* du groupe de l'*O. frons*, voisin de l'*Alectryonia Zeilleri* Bayle, et une autre du groupe de l'*O. vesicularis*.

(2) *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, tome XV, p. 195.

nord-ouest, et de même que, le long de la faille en question, le côté sud-est s'est abaissé par rapport au côté nord-ouest, on peut dire que l'ensemble des régions situées au sud-est de cette faille maîtresse s'est abaissé par rapport à l'ensemble des régions situées au nord-ouest.

Il n'est pas douteux que les dispositions soient analogues, bien que moins simples, dans les régions qui s'étendent au nord-est et au sud-ouest et, bien que je ne sois plus alors en état de préciser, comme dans les régions spécialement explorées par moi de part et d'autre du Djebel Zaghouan, je ne crois pas devoir être démenti par les explorations ultérieures en émettant ici les idées et conclusions suivantes :

Fig. 9. — Ligne principale de dislocation de la Tunisie orientale.



Une ligne de démarcation ll' (fig. 9), que je ne fais qu'esquisser et qui devra être revue, part de la grande faille du Zaghouan, la prolonge vers le nord-est et le nord en suivant un tracé convexe vers l'est, sans doute sinueux, et en laissant à l'ouest, en particulier, le Djebel Zid et le Djebel Mokta, et vient aboutir ainsi au fond du golfe de Tunis. Cette ligne de démarcation sépare, d'un côté, à l'ouest, des régions où les terrains du Jurassique et du Crétacé inférieur jouent un rôle prédominant et, de l'autre côté, à l'est, des régions formées par des terrains d'âge plus récent, généralement tertiaires.

Dé même, une ligne de démarcation semblable ll'' prolonge la grande faille du Zaghouan vers le sud-ouest, en laissant le Djebel Djoukar à l'ouest, et se poursuit sans doute au-delà jusqu'à une certaine distance.

D'une manière générale, on peut dire que l'ensemble des régions situées au sud-est de cette ligne de démarcation ll'' s'est abaissé par rapport à l'ensemble des régions situées au nord-ouest.

On peut ajouter, sans vouloir entrer dans l'examen des phénomènes orogéniques et de leurs causes, que ce déplacement relatif, d'amplitude variable suivant les régions, a été accompagné de plissements et de dislocations d'importances correspondantes, de telle sorte qu'en même temps que la ligne de démarcation considérée ll'' , on observe une série de lignes de dislocations corollaires.

Dans la région même du Zaghouan, le déplacement relatif a atteint son maximum d'amplitude et les dislocations leur maximum de simplicité. Tout s'y résume, en somme, à une grande faille de 1.000 à 1.500 mètres d'amplitude (fig. 2).

Au nord-est et au sud-ouest, les faits stratigraphiques sont moins nets : il y a eu, selon moi, ploiement des assises du Jurassique et du Crétacé supérieur, avec plongement vers le sud-est, rupture à la clef de voûte et failles étagées. Quant à l'axe principal de dislocation de ce système de failles, il ne coïnciderait plus avec la ligne de démarcation ll'' , comme au Zaghouan, mais passerait à une certaine distance à l'ouest.

Cet axe principal de dislocation (fig. 9), tel que j'ai essayé de le tracer, part également de la grande faille du Zaghouan et la prolonge vers le nord-est et le nord suivant HH' ; il laisserait à l'est le Djebel Zid et passerait par le flanc oriental du Djebel Resas, puis par le flanc oriental du Djebel Bou Kournine, et il viendrait ainsi aboutir normalement au fond du golfe de Tunis. Dans l'autre sens, cet axe de dislocation prolongerait la grande faille du Zaghouan vers le sud-est suivant HH'' , en passant entre le Djebel Fkirine et le Djebel Djoukar.

Quelles que soient les rectifications que les études ultérieures apporteront évidemment au tracé sommaire de cette ligne $H' H H''$, je considère dès aujourd'hui comme démontré, pour ma part, que *la Tunisie orientale est traversée du nord-est au sud-ouest, à partir du fond du golfe de Tunis, par une ligne maîtresse de dislocation, dont la grande faille du Zaghouan marque le trait le plus saillant, et qui est jalonnée par une série de massifs jurassiques, — véritables « Horst », — dont la montagne du Zaghouan est le principal.*

Telle que je viens de l'esquisser, cette grande ligne de dislocation $H' H H''$ aurait déjà 75 kilomètres de longueur du nord-est au sud-ouest ; mais il est certain qu'elle se prolonge bien plus loin vers le sud-ouest, tout en diminuant d'importance, il est vrai. C'est ce que j'ai constaté nettement dans mon exploration du Kef à Kairouan, et c'est ce qui me reste à exposer.

Sans vouloir entrer dans la description de la *Géologie de la Tunisie centrale*, que j'ai déjà décrite ailleurs dans ses grandes lignes (1), je me bornerai à consigner ici les observations suivantes, seules intéressantes pour la question spéciale qui nous occupe.

Lorsque, dans mon itinéraire du Kef à Kairouan, j'eus traversé le grand pàté montagneux de la Hamada-el-Kessera, — qui est constitué par le puissant massif sénonien de la Tunisie centrale, couronné par un entablement de calcaires à nummulites, le tout en couches sensiblement horizontales, — je vis que, sur le flanc oriental de la Kessera, les couches nummulitiques et sénoniennes étaient ployées et se mettaient à plonger graduellement vers le sud-est, avec rupture à la clef de voûte du bombement. Puis, observant le prolongement en direction de ces couches vers le nord-est, je remarquai le Djebel Serdj, qui présente, sur 40 kilomètres de longueur, les mêmes calcaires nummulitiques plongeant à 45° environ vers le sud-est, suivant une direction absolument rectiligne dans son ensemble : c'est là une muraille naturelle, magnifique de raideur et de régularité, que je ne puis mieux comparer, dans mes souvenirs africains, qu'à la fameuse muraille d'El Kantara.

Or, je fus de suite frappé de voir que cet axe de soulèvement et de dislocation du Djebel Serdj se trouvait situé sur le prolongement de la grande faille du Zaghouan : fait qui non seulement apparaît sur la carte de Tunisie au $\frac{1}{200.000}$, mais encore qui saute aux yeux sur le terrain même. Du pied oriental de la Kessera, à près de 100 kilomètres de distance, je voyais la montagne du Zaghouan se

(1) G. Rolland. — *Géologie de la Tunisie centrale du Kef à Kairouan (Association française, 1887).*

profiler avec la plus grande netteté (1), la muraille verticale de la faille d'arrière de cette montagne se plaçant sur le prolongement exact de la muraille inclinée du Djebel Serdj.

On a donc là le prolongement hh' de la grande ligne de dislocation $H' H H''$ de la Tunisie orientale.

Cette grande ligne de dislocation $H' H H'' hh'$, qui traverse la Tunisie orientale du nord-est au sud-ouest et sur laquelle j'appelle l'attention, joue évidemment un rôle capital dans la géologie du nord de l'Afrique; elle marque la limite du principal effort de soulèvement qui a plissé cette partie de l'écorce terrestre à la fin de l'époque helvétienne et donné lieu au système de montagnes de l'Atlas algérien et tunisien.

Son rôle n'a pas été moins important en ce qui concerne la configuration du littoral de la Tunisie orientale : elle correspond à la profonde échancrure du golfe de Tunis et à l'isolement de la presqu'île du cap Bon, et, de plus, elle permet d'expliquer pourquoi le littoral africain, après s'être poursuivi de l'ouest à l'est à partir du Maroc, tourne ensuite brusquement du nord au sud en Tunisie.

Description du Terrain crétacé dans une partie de la Basse-Provence (2)

par M. Collot

Les terrains crétacés de la Basse-Provence nous sont connus par les travaux de Coquand, Matheron, Hébert, Toucas. Ce dernier auteur a décrit dans son ensemble le bassin crétacé du Beausset. Dans le bassin du Lar et même dans celui de l'Huveaune, on n'a guère relevé que des coupes isolées ou signalé quelques affleurements, mais on s'est peu occupé de suivre chaque étage au-delà du point observé. Les couches crétacées des Martigues se prolongent non-seulement le long de la montagne de la Nerte, mais aussi au pied de celles de l'Etoile et de Regagnas. Une étude méthodique de cette bordure méridionale du bassin du Lar était à faire. Des lambeaux de terrain crétacé, situés dans l'intérieur des mêmes

(1) Le profil général de la montagne du Zaghouan, tel que le donne la fig. 2, a été relevé du pied oriental de la Hamada el Kessera.

(2) Le Conseil de la Société a décidé l'impression, à la suite de la première séance de l'année 1889-90, des mémoires de MM. Collot, Depéret et Riche, présentés lors de la Réunion extraordinaire, à Paris.

montagnes ou encore plus au sud, puis la bordure crétacée au nord de l'étang de Berre, sont venus, par un examen comparatif, relever l'intérêt de cette description et permettre d'en tirer quelques déductions générales.

Les strates sont fortement relevées, souvent renversées. Des glissements ont produit des contacts anormaux. Aussi pour établir dans son entier la série des couches telles qu'elles se sont déposées en chaque point, faut-il recourir à des coupes très multipliées. Par cette méthode j'ai pu reconnaître que chaque étage, après des disparitions et des réapparitions successives, cesse définitivement d'exister au-delà d'une certaine limite plus ou moins orientale, indépendamment de toute faille ou de tout recouvrement. J'ai donné antérieurement (1) un aperçu des aires de sédimentation propres à chaque époque. Coquand, dans son « Etude de la chaîne de la Ste-Baume », p. 81, a dit que « les nombreuses failles qui dépècent la contrée à chaque pas et dénivellent les couches, n'ont laissé apparaître que la partie supérieure de la Craie moyenne et la Craie blanche (étage santonien). » Mes études comparatives sur le terrain m'ont fait voir que Coquand se trompait en donnant les failles comme explication de toutes les lacunes qu'il constatait. La Craie moyenne manque à la Sainte-Baume parce que cette montagne se trouve en dehors de la limite dans laquelle se sont déposés les sédiments de ce temps.

Si j'ai tenté, d'un côté, de fixer l'extension maximum des étages géologiques, en revanche on verra que certaines surfaces généralement dépourvues de dépôts crétacés en ont été recouvertes autrefois : des témoins logés dans des dépressions où l'érosion les a respectés, et l'allure même des couches à leur terminaison sur les flancs des montagnes nous démontrent que la Nerte, l'Etoile, Regagnas, l'Olympe, aussi bien que la Ste-Baume, ne préexistaient pas pendant l'ère crétacée. Il y avait bien dans la région certaines parties plus élevées, notamment celles qui formaient ceinture à la mer, mais comme altitude, peut-être même comme emplacement et direction, ce très léger relief n'avait aucune ressemblance avec les chaînes actuelles.

La majeure partie des points que je citerai dans cette étude sont compris dans la feuille d'Aix de la carte d'état-major au $\frac{1}{80\,000}$, dont le levé géologique pour le Ministère des travaux publics a été l'occasion du présent travail. Plusieurs fois, néanmoins, je débors

(1) Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences, nov. 1884.

derai sur les feuilles adjacentes, Draguignan, Marseille, Arles, Forcalquier.

VALANGINIEN ET COUCHES DE BERRIAS.

Au nord d'une ligne passant par l'étang de Berre, la ville d'Aix, la vallée de Vauvenargues, Rians, Ginasservis, le Jurassique se termine par des dolomies surmontées de calcaires gris à rares ammonites. Au sud les dolomies sont associées à des calcaires blancs coralligènes.

Les premières couches crétacées présentent des différences de faciès semblablement réparties. Au nord, ce sont des calcaires gris, marneux, avec ammonites. Au sud, des calcaires blanchâtres, lithographiques, durs, bien stratifiés, coupés ordinairement de petits lits d'argile durcie, verdâtre, d'un aspect caractéristique pour cet étage. Ce faciès méridional est pauvre en fossiles. Néanmoins les nérinées y sont assez fréquentes et j'y ai recueilli :

Nerinæa lobata Pict. et Camp.

» *Valdensis* »

Phyllobrissus Duboisi Deser. déterminé par M. de Loriol.

Natica Leviathan Pict. (*Strombus Sautieri* Coq.) a été recueilli aussi dans ces couches par diverses personnes.

Ces quatre espèces appartiennent au Valanginien de la Suisse. Pour cette raison et à cause de leur position stratigraphique sous le Néocomien bien caractérisé, je désignerai les calcaires qui nous occupent, sous le nom de Valanginien.

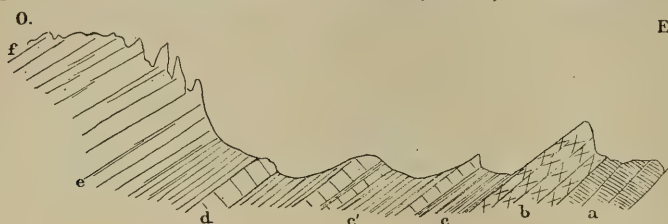
Région Sud.

Au nord de la Couronne et de Sausset, le Valanginien, signalé par ses filets argileux verts, se montre sous le Néocomien. Les couches supérieures sont particulièrement compactes. On les voit notamment supporter le Néocomien marneux dont l'érosion facile a donné naissance au vallon E. O. de Vautrède ou de la Bastide blanche. Les calcaires étant d'autre part, au sud, en contact par une faille peu apparente avec les calcaires urgoniens auxquels ils ressemblent, leur place dans la série m'a un moment embarrassé.

En descendant du Rove à Niolon on peut nettement observer la succession des couches, qui plongent vers l'O. et le S.-O.

Fig. 1.

Coupe en travers du ravin situé en face Douard (le Rove), et descendant au sud.



a. — Dolomie jurassique.

b. — Calcaire blanc à *Diceras*, Jurassique supérieur, peu épais.

cc'. — Calcaires blanchâtres un peu noduleux, alternant avec des lits d'argile maigre, schisteuse, verte, quelquefois violacée. Dans le haut, des bancs calcaires, exploités, fournissent des dalles de 40 cm. d'épaisseur.

d. — Schistes calcaréomarneux jaunes à *Echinospatagus*, *Ostrea Couloni*, séparés par des bancs calcaires.

e. — Calcaire grenu, blond, formant les abruptes de la crête qui aboutit à Niolon : Néocom. sup.

f. — Dolomie urgonienne.

La crête qui domine le Rove au nord est formée par les dolomies et les calcaires blancs du Jurassique supérieur relevés jusqu'à la verticale. Ceux-ci passent à des calcaires gris, durs, puis viennent des calcaires subschisteux gris verdâtre et blanc jaunâtre et enfin des calcaires durs presque blancs. Contre eux s'appuie le Néocomien calcaréo-marneux, d'un jaune plus foncé que les teintes du Valanginien, caractérisé par ses fossiles. Sur le prolongement de cette série verticale à l'est, sur le souterrain de la Nerte, l'on peut relever identiquement la même coupe. Là les bancs supérieurs du Valanginien ont été exploités le long du chemin et le Néocomien révèle sa présence par une grande dépression dans laquelle le chemin fait un coude.

Une partie de la crête entre Mimet et Notre-Dame des Anges appartient au Valangien. Sur le revers méridional de la chaîne, cet étage se montre d'abord à St-Antoine, où j'ai trouvé le *Phyllobrissus Duboisi* en compagnie de *Cardium*, *Natica Pellati* Math., nérinées, petites chamacées ; puis il couvre une assez grande surface triangulaire dont la base passe à peu près à la Débite, à l'oratoire du Tourdre, à St-Joseph, au pas du Défend, et dont le sommet s'avance vers le nord-est, jusque sous l'extrémité de la crête de Mimet.

Plus au sud, le massif de Garlaban a sa charpente constituée principalement par le Valanginien plongeant vers la région ouest et terminée, nord et sud, par des escarpements. Un *Natica Levian-*

than du Muséum de Marseille vient d'Allauch, c'est-à-dire de la partie ouest de ce petit massif.

Le calcaire a été exploité dans deux carrières au-dessus de Pichauris. Au pied oriental de la montagne, en descendant sur la gare d'Auriol, j'ai observé, dans un lit de calcaires entremêlés d'argiles vertes, une surface percée par les lithophages. Ces couches se sont donc formées sous une faible épaisseur d'eau.

Le Valanginien se montre avec les mêmes caractères sur le revers sud de la montagne située au sud d'Auriol et de St-Zacharie (appelée la Lare par Coquand) et sur le revers méridional de la Sainte-Baume peu au-dessous de la crête. Dans la collection de M. de Roux, à Valdonne, un *Natica Leviathan* « étiqueté » Mazaugues vient de cette région.

Coquand, qui avait signalé l'affleurement de la Sainte-Baume, indique le même étage, avec ses argiles vertes, dans la coupe de Valfrège à Carpiagne, au sud du bassin de Marseille. Ce sont ses couches G et peut être H. Elles sont placées, comme dans mes coupes, entre les calcaires blancs du Jurassique supérieur et les calcaires marneux à *Echinospatagus*. La surface du calcaire jurassique qui les supporte est corrodée, percée de pholades et plaquée d'huîtres. Les couches G renferment *Natica Leviathan* (1).

Si nous revenons au nord de la Sainte-Baume ce sera pour constater l'absence du Valanginien dans le massif de l'Olympe où le Crétacé supérieur existe pourtant, et sa présence aux environs de Pourrières. Ce quartier est même le seul où le Valanginien s'étende au nord du Lar. A 1500^m environ au nord du village les calcaires valanginiens plongeant au sud revêtent en concordance les calcaires blancs du Jurassique supérieur qui forment le prolongement de Sainte Victoire. Ils s'en distinguent par leur couleur qui n'est pas d'un blanc pur comme les précédents et par l'intercalation des petits lits argileux. Le calcaire est souvent lithographique, bleuâtre dans la profondeur, nuancé de taches diffuses un peu plus foncées et moucheté de grains spathiques qui correspondent à des débris de fossiles. Certains lits sont grossièrement oolithiques. Quelquefois les oolithes dégénèrent en grosses pisolithes à contours peu marqués formant des taches dans la cassure d'un calcaire à grain fin. Ces couches, par leurs caractères pétrographiques, rappellent l'assise des calcaires de Comblanchien dans le Bathonien moyen de la Bourgogne et doivent s'être formées dans des conditions sédimentaires analogues.

(1) Coquand : Sur les assises qui, dans les Bouches-du-Rhône, sont placées entre l'Oxfordien et l'étage valanginien. B. S. G. 2^e Sér. t. XXVI, p. 100.

Mademoiselle Rostan, d'Aix, y a recueilli deux échantillons de *Natica leviathan*, que j'ai vus dans sa collection. Sur les surfaces corrodées des fentes j'ai observé en outre : grandes nérinées, petits gastropodes, petites chamacées rappelant *Requienia eurystoma*, Pict. et Camp. (in Loriol Arzier), mais ne paraissant pas carénées, petit rudiste en corne à peine ondulée, sans pilier ni arrête cardinale. J'ai signalé, en 1878, dans ce calcaire, que je n'avais pas séparé du calcaire blanc jurassique, des perforations de lithophages.

La pierre de Pourrières est activement exploitée pour le grand appareil : elle est dure, se taille très bien et prend bien le poli.

A l'est de Pourrières, les bois qu'on traverse pour atteindre la ferme et l'ancienne chapelle de St-Hilaire, sont sur le Valanginien. Une *Natica leviathan* du Muséum de Marseille paraît en provenir. Quelques couches appartiennent peut-être à un horizon un peu plus élevé. J'y ai recueilli :

<i>Am. Roubaudi</i> d'Orb. in Kilian.	<i>Ostrea Couloni.</i>
<i>Natica allaudiensis</i> Math.	<i>Terebratula Valdensis</i> Loriol, Valan.
<i>Panopæa neocomensis</i> d'Orb. pl. 353.	d'Arzier pl. 4, f. 9-12.
<i>Lima Carteroniana</i> d'Orb. pl. 414,	<i>Echinospatagus Ricordeanus</i> Cot.
f. 1-4.	

Région Nord.

Au nord de la ligne précédemment tracée, la base de la série crétacée se présente avec des caractères tout différents, ce sont des calcaires à grains moins fins qu'au sud, alternativement plus marneux, gris-clair, avec une faune d'ammonites. Ils se lient intimement par leur base, au moyen d'une transition ménagée, avec les calcaires gris, durs, non marneux, du Jurassique supérieur, avec lesquels ils sont en concordance parfaite. J'ai décrit ces couches au sud et à l'est de Meyrargues et je renvoie à ce que j'ai dit dans le temps de leur faune (1). J'ajouterai seulement aux fossiles que j'ai cités des Baumes et de Parouvrier :

Pleurotomaria provincialis d'Orb. Pal. fr. pl. 190, f. 9-10. Collection de M. Curet, conseiller à la Cour d'Aix : Parouvrier.

Terebratula Valdensis de Loriol, conforme à des échantillons de Villers-le-Lac : Les Baumes.

Collyrites rappelant le *C. ovulum* Ag. in Loriol. Salève pl. 20 f. 3, et surtout le *C. carinatu* Desmoul., du Jurassique, mais plus large au tiers antérieur, un peu plus élevé à la partie postérieure, qui est fortement carénée dessus et dessous. Il est nettement échancré en avant; très acuminé en arrière. Il est beaucoup moins

(1) Description géologique des environs d'Aix, 1880, p. 76.

allongé que le *C. oblongus*, dont sa carène supràanale le distingue bien, plus élevé et plus cordiforme que le *C. berriasensis* Lor. in Pict. — Coll. Curet : Parouvier.

Holaster grasanus d'Orb. Pal. fr. pl. 823. Coll. Curet : Parouvier.

Holætypus macropygus, Desor in Pal. fr. Diam. 14^{mm}. On ne voit nettement qu'une rangée de tubercules par rangée de plaques soit ambulacraires, soit interambulacraires. Coll. Curet et la mienne : Les Baumes.

La faune des calcaires marneux des Baumes, de Parouvier, de Reclavier, est celle de Berrias. *L'Ammonites Roubaudi* existe aux environs de Parouvier et de Meyrargues, dénotant un horizon supérieur, celui des petites ammonites ferrugineuses des Basses-Alpes, soit le Valangien, d'après M. Kilian. Je considère cet ensemble de calcaires marneux à ammonites des environs de Meyrargues, comme équivalant aux couches que j'ai décrites jusqu'ici dans le sud de la feuille d'Aix. Si l'on veut préciser, la base des calcaires du sud correspondrait aux couches à ammonites de Berrias, et la partie supérieure, où est peut-être confiné le *Natica Leviathan*, au niveau de l'*Amm. Roubaudi*.

Quoi qu'il en soit de ces divisions un peu subtiles pour la circonstance, les couches à céphalopodes des environs de Meyrargues se prolongent souterrainement vers l'ouest pour reparaître à Pélissane et dans la feuille d'Arles. J'ai recueilli *Amm. occitanicus* Pict., *Amm. Malbosi* Pict. dans un calcaire blanc et rose, marneux, en montant de Pélissane à Sainte Croix de Salon. Cette roche repose sur un calcaire gris, fissile, qui lui-même s'appuie sur le Jurassique supérieur gris, dur, de la crête de Carconte. Au sud de Pélissane une bande est-ouest est en rapport avec le calcaire gris lithographique et la dolomie du Jurassique supérieur de Saint-Jean de Brenasse. Une autre bande semblablement dirigée s'étend immédiatement au nord du village de Lançon. Elles m'ont fourni *Ammonites occitanicus* et *A. Malbosi*. Pour la feuille d'Arles, M. Carez vient de signaler le même horizon au milieu de la feuille, près Mouriès (1).

A l'est de Meyrargues les couches infranéocomiennes s'étendent de St-Paul à Ginasservis et à St-Julien. De là elles se développent dans les Basses-Alpes en conservant le faciès à céphalopodes, qui est d'ailleurs le seul qu'affectent les étages inférieurs du Crétacé, même là où ils reposent sur un Jurassique coralligène blanc.

NÉOCOMIEN.

Le Néocomien se trouve disséminé dans le département des Bou-

(1) B. S. G. 3^e sér. t. 17 p. 406.

ches-du-Rhône à peu près entier. Il empiète un peu sur celui du Var, mais toute la partie centrale de ce département en est dépourvue. Ce Néocomien appartient au faciès à huîtres et oursins. C'est un dépôt d'eau peu profonde effectué autour du massif jurassique du Var. Le caractère lithologique et celui de la faune y sont constants. Les lamellibranches, les *Echinospatacus*, la *Terebratula prolonga* y sont les fossiles les plus ordinaires. Les ammonites et surtout les bélemnites y sont rares. Des calcaires argileux, bleuâtres dans la profondeur, jaunes à la surface et le long des fissures, font reconnaître le Néocomien. Ils alternent avec des calcaires de couleur claire, plus résistants, tantôt à cause de leur pureté relative, quelquefois par la présence d'une proportion de silice très notable. C'est dans la partie inférieure de l'étage que se trouvent les bancs marneux. L'assise supérieure est plus uniformément calcaire. Des rognons de silex, blonds ou gris, sont encore un caractère généralement reconnu de celle-ci. Je vais compléter ces notions générales par quelques détails sur les principales localités où j'ai observé le Néocomien.

Région Nord.

Je rappellerai d'abord, pour mémoire, l'existence du Néocomien dans la Montagnette au nord de Tarascon et dans les Alpilles. Ce Néocomien est le trait d'union entre celui du Gard et celui des régions centrale et orientale des Bouches-du-Rhône, qui vont fixer plus particulièrement notre attention. Sa constitution est celle que je viens d'indiquer d'une façon générale. Il a fourni à M. le conseiller Curet des fossiles que celui-ci a bien voulu me communiquer et qui figurent dans la liste générale que je donne un peu plus loin.

Autour d'Aurons les calcaires marneux prédominent dans les vallons qui descendent au sud ; mais le plateau qui domine, au nord, le village, est formé par des calcaires blonds avec silex : c'est la partie supérieure de l'étage, bientôt recouverte par l'Urgonien et par la Mollasse du Vernègue.

Le Néocomien se continue au sud de la Durance par les collines de Lambesc et de Rognes, de Meyrargues et Peyrolles, par celle de Lingouste au N. E. de Jouques, par Ginasservis, St-Pierre-lez-St-Julien, Greoulx, Esparron de Verdon, par où on voit ses liens avec celui de Castellane et Barrême, dans les Basses-Alpes.

Une coupe du sud au nord, à travers le plateau compris entre Lafare et Lançon donne la série suivante de haut en bas, sous les calcaires blancs urgoniens :

- Calcaire gris, tantôt homogène, tantôt chargé d'entroques ; silex. 50^m
- Calcaire en plaquettes, parfois silicieux, correspond à une dépression cultivée ; nombreux *Echinospatagus cordiformis* très gros, à ambitus un peu anguleux 20^m
- Calcaire gris, quelquefois avec entroques ; silex ; la partie inférieure un peu schisteuse et marneuse 120^m
- Marne jaune reposant sur une surface tuberculeuse, dure, où j'ai trouvé un *Belemnites dilatatus* de petite taille. 2^m
- Calcaire alternativement dur et marneux. *Panopæa*, *Trigonia harpa*, *Terebratulula prælonga*, *Rhynchonella*, *Echinospatagus* de petite taille 40^m

A cette série, il faut ajouter environ 50^m pour les calcaires sur lesquels repose le village de Lançon, s'il est réellement la base des précédents et n'est pas le retour par faille de quelqu'un d'entre eux. Au-dessous sont enfin les calcaires marneux à *Amm. occitanicus* et *A. Malbosi* déjà cités.

Région Sud.

Au sud de l'étang de Berre nous trouvons les marnes néocomiennes fossilifères formant le long vallon E. O. de Vautrède ou de la Bastide blanche; tandis que les côteaux qui bordent ce vallon du côté nord sont constitués par un calcaire jaune à arêtes émoussées surmonté lui-même de bancs de même couleur, mais à arêtes plus vives, parce qu'il n'est plus marneux, renfermant des silex et souvent chargé d'entroques. Le plan Capelan, Vallesteloué, Valméjean, au sud d'Ensué, sont également dans le Néocomien. La coupe que j'ai donnée à propos du Valanginien du vallon du Médecin, au S.-O. du Rove, montre encore la position et la constitution du Néocomien (couches *d*, *e*).

Au nord du Rove commence une bande néocomienne qui s'enfonce fortement au nord, se trouve verticale à la traversée du tunnel de la Nerte, puis vient se terminer au nord des Cadenaux après s'être graduellement renversée vers le nord. Au nord du Rove et sur le tunnel, le calcaire à Requiénies est accolé au Néocomien. Au sud des Pennes celui-ci disparaît dans une faille et laisse le Néocomien renversé en contact avec une brèche à ciment rouge, d'origine lacustre. Le prolongement de la bande précédente, après quelques interruptions, se trouve au Pin, passe par le Verger, où l'on reconnaît les marnes jaunes et les silex branchus dans les calcaires.

Au sud de Simiane une autre bande forme la pente nord du Pilon du roi et se retrouve au col de Notre-Dame des Anges (à l'ouest de l'oratoire Sainte-Anne). Un peu à l'est de cet oratoire elle forme, d'une façon très pittoresque la crête de Notre-Dame des Anges.

Au pied sud de la chaîne de l'Etoile une longue faille fait affleurer çà et là le Néocomien contre la dolomie jurassique, mais en général il est bientôt étouffé par l'Urgonien et il m'a paru trop réduit pour être figuré sur la carte. Au nord de la Bourdonnière le Valangien lui-même apparaît au sud de la faille et le Néocomien se développe plus librement, notamment vers la ferme de St-Joseph. Cette bande finit en s'étranglant entre la Bourdonnière et Pichauris. Entre la Bourdonnière et Allauch on retrouve le Néocomien marneux avec ses *Echinospatagus* en quelque points, mais c'est surtout à l'est du dernier village que le Néocomien présente de beaux affleurements. Les fossiles en ont été signalés et même décrits par M. Matheron, dès 1842, et le gisement a été visité depuis par M. Hébert. On peut observer là la succession suivante :

— Calcaire valangien dur, gris.	
— Marne gris clair : <i>Ostrea Couloni</i> , <i>Terebratula prælonga</i>	20 ^m
— Barre calcaire : <i>Am. Astieri</i> , <i>A. Leopoldinus</i> , <i>Natica</i> , <i>Ost. Couloni</i> , <i>O. rectangularis</i> , <i>Avicula</i> , <i>Arca</i> , <i>Hinnites</i> , à la partie supérieure.	8 ^m
— Marne	20 ^m
— Barre calcaire en plaquettes grises, avec silex blonds et roux.	6 ^m

Dans le même massif de Garlaban, sur le méridien de Pichauris, j'ai observé une surface percée de lithophages et enduite de limonite, immédiatement au-dessus de la partie la plus fossilifère des marnes néocomiennes. Au-dessus, il y a des marnes et calcaires qui m'ont paru appartenir encore au Néocomien. Comme pour le Valangien, nous sommes ici peu éloignés de la limite de la mer et quelques légères oscillations ont permis aux mollusques perforants de s'établir dans un lit calcaire infranéocomien. Le Néocomien, toutefois, se retrouve encore plus à l'est, partout sous les calcaires du Crétacé moyen ou supérieur et en placages isolés sur le Valangien du groupe de Garlaban. En descendant sur Roquevaire et sur Auriol et dans les collines au nord de ce village il disparaît, sans doute par glissement et écrasement local, entre le Jurassique supérieur dolomitique et l'Urgonien blanc. On en retrouve seulement quelques îlots au nord d'Auriol.

Sur les pentes ouest et nord du massif de Regagnas le Néocomien fait défaut, soit qu'il n'y ait pas eu de dépôts de cette époque, soit que ceux-ci aient été enlevés avant la stratification du Crétacé supérieur, car le calcaire à hippurites sénonien repose directement sur le Jurassique supérieur.

De l'autre côté de la vallée de l'Huveaune, j'ai trouvé un lambeau peu épais de Néocomien, avec *Janira atava*, *Lima carteroniana*,

Terebratula carteroniana, sous St-Cassian, le long du chemin qui court est-ouest, tout le long du Plan d'Aups. Il est placé entre le Jurassique supérieur et les calcaires à hippurites dont un liseré de bauxite le sépare. Ce Néocomien ne se prolonge pas à l'est, mais au sud nous retrouvons le même étage, avec une faible épaisseur, traçant une bande marneuse immédiatement au sud de la crête de la St^e Baume, entre les calcaires valangien et urgonien. De là il s'étend souterrainement ou en affleurements dans l'ensemble du bassin du Beausset.

Extension du Néocomien.

D'après l'exposé qui précède, on voit qu'une ligne passant par Hyères, Solliès, Méounes, Nans, St-Zacharie, Belcodène, Trets, St-Maximin, Rians, Tavernes, Aups, Broves, Caussols ou Grasse, Nice, laisse tous les gisements néocomiens de Provence à l'ouest et au nord. Elle entoure une zone qui forme ceinture au massif de terrains anciens des Maures et de l'Esterel, qui est dépourvue de Néocomien et qui n'en a vraisemblablement jamais été recouverte. Si les sédiments ont autrefois franchi cette limite, ce doit être sur un petit nombre de points et pour des surfaces peu importantes. Il est à remarquer qu'au voisinage de la ligne que je viens de tracer, le Néocomien est plus riche en lamellibranches et en spatangues qu'en ammonites, ce qui indique, comme l'a fait ressortir M. Hébert, le voisinage d'un littoral, tout au moins l'existence d'une mer peu profonde.

Faune.

Je donne ci-dessous la liste des fossiles que j'ai recueillis dans les localités ci-dessus désignées, en y joignant ceux que m'a communiqués M. Curet pour les environs de Tarascon. On pourrait encore y ajouter ceux que j'ai indiqués pour Jouques, Ginasservis, Esparron de Verdon, dans ma Description géologique des environs d'Aix (1).

Belemnites pistilliformis Blainv. in Duval ; Pal. fr. — Vo.

» *dilatatus* Blainv. — Lançon.

Nautilus pseudoelegans d'Orb. — Tar.

(1) Je désignerai par leur première syllabe les noms des localités Montagnette, Péliassane, Meyrargues, Peyrolles, Ginasservis, Quinson, Labarben, Allauch, (plan) Capelan, Vallestéloué, Voutrède, près Sausset et Carry, Médecin près le Rove, Pilon du roi, Et., An, Jos, Cas, pour St-Étienne, St-Anne, St-Joseph au sud de Mimet, St-Cassian.

Ammonites Grasianus d'Orb. de 10^{cm} de diamètre. — Tar.

- » *Rouyanus* d'Orb. — Mont.
- » *lepidus* d'Orb. — Et.
- » *ligatus* d'Orb. — Et.
- » *semistriatus* d'Orb. — Et.
- » *Leopoldinus* d'Orb. — Al.
- » *clypeiformis* d'Orb. — Beaucaire.
- » *Carteroni* d'Orb. — Et.
- » *simplex* d'Orb. Pal. fr. Céph. crét. pl. 60 f. 7-9, de 7^{cm} de diamètre, les 5/6 du dernier tour occupés par la chambre d'habitation. — Rognes.
- » *Ixion* d'Orb. Pl. 56 f. 1, 2. — Peyrolles.
- » *Astieri* d'Orb. — Et. Peyr. Al.
- » *neocomensis* d'Orb. — Gin. Meyr.
- » *cryptoceras* d'Orb. — Et.
- » *bidichotomus* Leym. Mas de Pommet, près St-Étienne-du-Grès.
- » *radiatus* Brug. — Et.
- » *Edipus* Math. 1878 ? — Et.
- » *Boutini* Math. 1878 ? — Et.

Pterocera pelagi Brongn. in d'Orb, Math. — Al.

Natica Pilleti Math. Rech. pal. — Al. Mont.

- » *Allaudiensis* Math. — Al.
- » *Arnaudi* Math. Rech. pal. — An.
- » *Pellati* Math. Rech. pal. pl. 15 f. 1. — Al.
- » *Manuelis* Choffat Prosobr. holost. pl. 2 fig. 9, moitié de la grandeur du type. — Quinson, Meyr.

Fissurella ? — Pel.

Pleurotoma neocomensis d'Orb. in Loriol Salève pl. 3 f. 4. — Mirabeau. Al.

- » *ardia* Math. Rech. pal. — Mont.

Pholadomya (Goniomya) Agassizi d'Orb. pl. 363 f. 1-3. — Val.

Homomya Christoliana Math. (*Lutraria*) pl. 13 f. 1, 2. — Mont.

Mactromya rhomboidalis Leym. (*Pholadomya*), Mém. S. G., t. V pl. 2 f. 6. Rappelle *M. rugosa* Sow. sp., mais a les crochets tout à fait médians et porte sur le milieu de la coquille une dépression qui va des crochets au bord palléal. — Quinson.

Myopsis recta d'Orb. sp. (*Panopæa*) Pal. fran. pl. 336 f. 1-2. — Al. — Variété à partie postérieure plus carrée que dans la figure de d'Orbigny. Comparer aussi à *Lutraria Voltzi* Math. Catal. pl. 12 f. 2, 3 mais est plus grande et a le bord inférieur plus droit que le type. — Mont.

Myopsis irregularis d'Orb. pl. 353 f. 1, 2 (*Panopæa*).

- » *neocomensis* Ag. pl. 32 f. 5-10, non *Panop. neocomensis* d'Orb. — Mont.
- » *neocomensis* d'Orb. pl. 353. — Val ? Al ? Pil. Mont.
- » *cuneata* Math. (*Lutraria*) pl. 12 f. 4, 5. — Al.

Venus neocomensis d'Orb. pl. 384 f. 9, 10. — Al.

- » *Brongniartina* in Pal. fr. pl. 382 f. 3-6, Leym. M. S. G. t. V pl. 5 fig. 7. — Mont.
- » *Ricordeana* Pal. fr. pl. 382 f. pl. 1, 2. — Mont.
- » *Cornueliana* Pal. fr. pl. 383 f. 10-13. — Mont.

Isocardia neocomensis Pal. fr. pl. 250 f. 9-11. — Mont.

Astarte moreana Pal. fr. pl. 259. — Mont.

A. Beaumonti Leym. Pal. fr. pl. 261 f. 415. — Mont.

Cyprina bernensis Leym. D'Orb. Prod. pal. renvoie à Pal. fr. pl. 271 (*C. rostrata* non Sow.) — Mont.

- C. Deshayesiana* Lor. Salève pl. 10 f. 1-2. — Mont.
Corbis cordiformis Desh. M. S. G. t. V pl. 5 f. 1. — Jos.
Cardium impressum Pal. fr. pl. 279. — Mont. Al.
Trigonia harpa Desh. — Pel. An.
T. cf. Robinaldina Pal. fr. pl. 299 f. 1, 2. Mon échantillon participe de cette figure par l'acuité de l'angle sous lequel les côtes noduleuses se détachent de la carène qui limite l'area. Cet angle est même un peu plus aigu dans mon échantillon. La carène est noduleuse et l'area est parcourue par une autre ligne légèrement noduleuse. L'area égale le tiers de la surface de la coquille. Ces caractères, en éloignant mon échantillon de *T. Robidaldina* le rapprochent de *T. nodosa* Sow. in Lycett Trig. pl. 24 f. 1, 2 ; pl. 25 f. 1, 2. — Quinson. Un autre échantillon assez conforme au précédent vient de Meyrargues.
- Arca Gabrielis* Leym. sp. M. S. G. t. V, pl. VII f. 5 ; Pal. fr. pl. 308. — Mont. Gin. pl. Var. *Astieriana* Math. Catal. et Rech. pal. B. pl. 8 f. 1, 2. — Al.
 » *Raulini* Pal. fr. pl. 310 f. 1, 2 Al.
 » *securis* Pal. fr. pl. 309 f. 9, 10. — Mont.
 » *allaudiensis* Math. — Al.
- Nucula planata* Desh. Pal. p. 300 f. 1-5. — Mont.
Avicula Sowerbyana Math. pl. 26 f. 2, 3 (*Perna Ricordeana* d'Orb ?) — Al.
 » *allaudiensis* Math. pl. 26 f. 1. (*A. Cottaldina* d'Orb ?) — Al.
Perna Mulleti d'Orb. pl. 401 f. 3. — Cass.
Lima Royeriana d'Orb. pl. 414 f. 5-8. — Lab. Gin. Méd. Val. Pil. Al.
 » *undata* Desh. ; Pal. fr. pl. 411 f. 9-12. — Rognes.
 » *Carteroniana* d'Orb. pl. 414 f. 1-4. — Mont. Voout. Cass. Al.
L. Tombeckiana Pal. fr. pl. 415 f. 13-17. — Mont.
Janira atava d'Orb. — Mont. Cas.
Pecten Carteronis d'Orb. — Al.
 » *Cottaldinus* d'Orb. pl. 431. — Al.
 » *Archiaci* d'Orb. pl. 439 f. 7-10. — Pel. Al.
- Hinnites Leymerii* in Pict. et Camp. Ste-Croix. — Pel ? Al.
Ostrea rectangularis Rœm. — Pel. Gin. Al.
 » *Couloni*. — Lab. Pel. Val. Pil. An. Al.
 » *minos* Coq. — S. Symphorien près le Vernègues. Pil.
- Terebratula praelonga* Sow. ; Pal. fr. pl. 506. D'Orbigny et Davidson ne signalent entre cette espèce et la *T. sella* Sow. d'autre caractère distinctif que la largeur plus grande de la seconde et le bec plus prolongé de la première. Ces différences ne sont pas en rapport avec la différence d'âge géologique attribuée par d'Orbigny à ces deux espèces. Dans le Néocomien les deux types extrêmes existent, reliés par tous les intermédiaires imaginables. Dans l'Aptien les formes aiguës paraissent plus rares, mais à côté de chaque individu de cet étage on peut mettre un individu large du Néocomien, identique ou n'en différant que par des caractères insignifiants et qui ne se retrouvent pas chez les autres individus du même étage. — Partout.
- Terebratula Valdensis* Lor. Valang. Arzier. pl. 4 f. 9-12. — Rognes.
 » *Carteroniana* d'Orb. pl. 507 f. 1-5. — Cass.
Rhynchonella lata in d'Orb. pl. 491 f. 8-17. — Voou. Pil.
 » *depressa* d'Orb. pl. 491 f. 1-7. — Al.
- Echinospatagus cordiformis* Breyn. in Pal. fr. — Mont. Alpihes, St-Chamas, Pel, Lançon, Rognes, etc. — Var. de forme très haute à l'apex, mais ne présentant pas l'ambitus très élargi dans la moitié antérieure et raccourci du même côté, de l'*E. gibbus*, ni la forme en dôme de cette espèce. Le profil présente ici un toit à double

penne, avant et arrière. Le pôle apical est ici placé très en arrière, tandis que dans *E. gibbus* ce pôle est situé vers le milieu de la longueur et même en avant. — Mont.

Echinospatagus neocomensis d'Orb. pl. 842.

» *Ricordeanus*. — Voou. Pil. An. Al.

» *granosus*. — Méd.

» *gibbus* Ag. et Des. in Pal. fr. pl. 481, Alb. Gras pl. 58 n° 3 ; var. avec tubercules dans les zones interopifères. — Vall.

Peltastes stellulatus. — Voou.

Pseudodiadema rotulare. — Al.

» *Bourgueti* Des. in Cott. Yonne pl. 49 f. 6-10; Pal. fr. pl. 1096 f. 1-10.
— Tarascon.

URGONNIEN

Depuis la localité typique d'Orgon on peut suivre les calcaires blancs de l'étage urgonien sur le revers nord des collines du Vernègue et sur le revers sud de celles qui dominent Lafare. Envisagés ensemble, ces deux massifs forment ainsi une sorte de large anticlinal. La bande de Lafare va de St-Chamas jusqu'aux Avocats, près Éguilles. Ce calcaire, activement exploité à Calissane, fournit des blocs homogènes de toutes dimensions, faciles à tailler. Il est tendre, parfaitement blanc, formé de débris d'organismes calcaires roulés, de grosseur variable selon les niveaux, soudés par du calcaire spathique. Des fragments moins usés m'ont permis de reconnaître

Ostrea macroptera Sow.

Polypier astréen.

Nérinée de petite taille.

La coupe suivante prise à 5 kilomètres environ à l'est de St-Chamas et dirigée du sud au nord jusqu'à la Touloubre, en face Cornillon, montrera combien l'Urgonien se sépare mal du Néocomien et quelle est la composition des deux étages dans ce quartier.

1 — Calcaire dur, à Réquiénies, très blanc, environ.	18 ^m
2 — Calcaire tendre, très blanc, pétri de Réquiénies	15 ^m
3 — Calcaire à Réquiénies, dur	40 ^m
4 — Calc. grenu, devenant schisteux dans le bas	10 ^m
5 — Calc. marneux jaune : <i>Pygaulus cylindricus</i> Desor in Pal. fr. pl. 933. <i>Myop-</i> <i>sis irregularis</i> d'Orb. (<i>Panopæa</i>) pl. 352 f. 1, 2	25 ^m
6 — Calcaire dur, grenu, passant à la lumachelle par des débris divers, blanc ; quelquefois un peu schisteux.	
7 — Plaquettes grenues, très blanches.	Pour 6 et 7 : 70 ^m
8 — Calc. gris non lumachelle, subschisteux.	15 ^m
9 — Calc. argilosiliceux en plaquettes. <i>Echinospatagus cordiformis</i> gros et nombreux, alternant avec des assises plus calcaires.	40 ^m
10 — Calc. blanchâtre avec beaucoup de silex	} 20 ^m
11 — Calc. divers de couleur claire, vallée de la Touloubre.	

Les numéros 1-3 sont l'Urgonien typique ; 4-7, par la présence

de quelques couches marneuses de calcaires schisteux, s'éloignent des caractères habituels de cet étage, mais la présence de parties très blanches et d'un fossile urgonien, le *Pygaulus cylindricus*, tendent à les faire ranger avec l'Urgonien. Ce sont, en tous cas, des couches de passage.

Lorsque de la station de Rognac on regarde au sud de l'étang de Berre, on voit le bassin hydrographique limité par une pente rocheuse qui court E.-O. C'est la Nerte. La colline se profile horizontalement sur le ciel. Son flanc nu est tronçonné par des ravins qui descendent directement du haut dans la plaine. Ces rochers blancs sont du calcaire à réquiénies plongeant vers le nord de manière à se raccorder souterrainement avec celui de Calissane en un vaste synclinal dans lequel sont placés l'étang de Berre et la vallée du Lar. L'intérieur du calcaire est encore plus blanc que sa surface. En général dur et compacte, il présente une variété un peu crayeuse qu'on exploite au sud des Martigues et qui a fourni des *Requiena ammonia*, *Matheronia gryphoides* Math. sp. et autres rudistes faciles à dégager avec perfection. On en trouve les figures dans Matheron (Catalogue de 1842 et Recherches paléontologiques, de 1878.) Ce niveau tendre est sans doute le même que celui signalé ci-dessus à Calissane, et que celui intercalé à Orgon dans la masse des calcaires blancs.

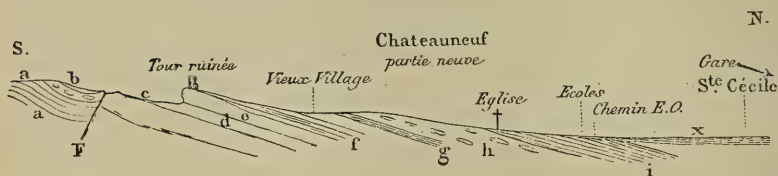
Dans la chaîne de la Nerte il y a vers la base de l'Urgonien une dolomie assez puissante. Elle se montre particulièrement au Rouet et à Niolon, sur le bord de la mer. Sa superposition nette au Néocomien calcaire et son passage au calcaire à réquiénies empêchent de la confondre avec la dolomie jurassique si abondante plus à l'est. Je l'ai retrouvée, moins épaisse, au nord du Rove et sur le tunnel de la Nerte et même dans l'Urgonien de la Ste-Baume, à la montée nord du St-Pilon.

Il est digne de remarque que la dolomie accompagne aussi l'Urgonien de Grenoble, notamment au rocher du Moucherotte. Enfin il y a lieu de rapprocher ces faits de la présence de la dolomie à la base des calcaires blancs à *Terebratula moravica* du Jurassique supérieur, qui appartiennent au même faciès que l'Urgonien. Depuis Menton et Nice jusqu'à la Sérane en Languedoc, à Ste-Victoire près Aix, comme à Rougon, comme à l'Échaillon (Isère), les calcaires blancs sont toujours superposés à des dolomies. Cette concomittance se reproduit à Nattheim en Bavière.

Les calcaires massifs de l'Urgonien sont couronnés par un ensemble de couches où la stratification devient plus marquée, où des

silex et des couches marneuses viennent détruire l'homogénéité de la masse. Dans ces couches se montre l'*Heteraster oblongus* et par elles se trouve ménagée la transition à l'étage aptien. La coupe suivante relevée à Châteauneuf les Martigues, donnera une idée de cette partie supérieure de l'Urgonien.

Fig. 2.
Coupe par Châteauneuf les Martigues.



- a. — Plateau urgonien couvert de pins.
- b. — Calcaire à silex noirs et plaquettes calcaires, même que le h.
- F. — Faille.
- c. — Calcaire urgonien blanc, dur, visible sur 20^m.
- d. — Calcaire blanc, crayeux, *Requienia ammonia*, *Matheronia gryphoides* Math. sp. 1842, *Radiolites marticensis* Math. 4^m.
- e. — Calcaire blanc massif, supporte la tour ruinée qui domine Châteauneuf, 15^m.
- f. — Calcaire blanc passant au gris, au rose, grenu, disposé régulièrement en bancs d'environ 50 cent., se divisant à la surface en plaquettes blanches irrégulières. Dans une carrière à la sortie S.-E. du village, un de ces bancs montre une surface usée percée de trous de lithophages et de cavités irrégulières plus grandes où il y a des pyrites, du gypse provenant de la décomposition de celles-ci, et quelques *Pygaulus depressus*. Le calcaire renferme : *Toucasia carinata* Bayle Expl. carte géol. t. IV pl. 108 = *Requienia carinata* Math. Cat. pl. 2 f. 12 = *R. Lonsdalii* (Sow. 1836) Pal. fr. pl. 576 f. 1. Vers le haut le calcaire est chargé de petites concrétions siliceuses et d'une profusion de petits fossiles qu'on peut recueillir particulièrement dans les coteaux à l'ouest de Châteauneuf :

Natica? levigata Desh. Leym. M. S. G. t. v. pl. 26 f. 10. (*Ampullaria*).
Phasianella.

Myopsis urgoniensis Math. pl. 12 f. 1 (*Lutraria*).

M. Prevosti d'Orb. pl. 336 f. 3, 4 (*Panopæa*, de l'Aptien).

M. arcuata Ag. pl. 31 f. 13, non *Panopæa arcuata*. Pal. fr. pl. 355 f. 3, 4.

Cyprina inornata d'Orb. pl. 272 f. 1, 2 ? (Aptien).

Cardium cfr. *Cottaldinum* Pal. fr. pl. 242 f. 1-4.

Cardium sp.

Astarte subcostata d'Orb. Prodr. = *A. striatocostata* Pal. fr. pl. 262 f. 7-9, non Rømer.

Janira Morrisi. Coquille petite, à deux côtes secondaires entre les principales.

Rhynchonella latissima Sow.

Terebratula russillensis de Lor. Foss. Mont Salève, pl. E. f. 12-15 (Urgonien). Très voisine de *T. sella* var. *Upwarensis* in Davids. Bachiop., suppl. pl. V f. 3-10. Cette espèce existe aussi dans le calcaire crayeux d'Orgon ; elle y est plus petite, plus contournée.

Epaisseur des calcaires f. 20^m.

g. — Calcaire marneux affleurant à flanc de coteau à l'ouest de Châteauneuf, où j'ai recueilli :

Pterocera Beaumonti d'Orb. Pal. fr. = *Strombus* Math. 1878 pl. C¹⁷ f. 4.

P. marticensis Math, Rech. Pal. 1878 pl. C¹⁶ f. 3.

Eulima bulimoides Math. 1878 pl. C¹⁷ f. 3.

Natica Hugardiana d'Orb.

Heteraster oblongus Brg. in Pal. fr.

A l'est de Châteauneuf ces couches se montrent dans des carrières où on les exploite comme pierre à bâtir, sous la forme de bancs bien lités, rubannés sur leur tranche, bleuâtres à une faible profondeur, plus compactes et bruns dans le fond. Ils renferment de menus débris de bois et des feuilles de conifères. En outre j'y ai observé :

Astarte subcostata d'Orb.

Cerithium marollinum, Pal. fr. pl. 227 f. 23?

Ostrea aquila très petite.

Épaisseur 6^m.

h. — Calcaire gris clair, à gros rognons irréguliers de silex noirs, en petits bancs, avec traces de réquiniées, orbitolines disséminées, *Ostrea aquila* à test silicifié, *Heteraster oblongus*. 20^m.

i. — Calcaire marneux, gris, en plaquettes, sans silex, commencement de l'Aptien.

x. — Alluvions anciennes sableuses.

Le chemin de Châteauneuf à Ensué se maintient longtemps au milieu des calcaires à silex *h*, grâce à un abaissement des couches vers la dépression où il passe. J'y ai retrouvé *Heteraster oblongus* ; ce sont eux aussi qui supportent la ferme de Romaron, dans le bois de Carri, et l'église de Saint Julien. Quelques lambeaux terminent l'Urgonien au sud du vallon de Vooutrède, en contact par faille avec le Valangien. M. Toucas signale les calcaires à silex dans les environs du Beausset, au-dessus des calcaires à *Requienia Lonsdalii*.

Dans le ravin de la Nerte on observe la succession suivante en couches verticales :

1. — Calcaire marneux, grossièrement schisteux, jaune : Néocomien.

2. — Calcaire gris, grenu, en plaquettes irrégulières.

3. — Calcaire blanc, légèrement rosé et translucide, mêlé d'un peu de dolomie.

4. — Calcaire blanc, laiteux, à réquiniées, sans dolomie.

5. — Le sommet de l'étage, calcaire un peu gris, apparaît tout à coup horizontal, à la sortie de la gorge, par le fait d'une faille. Dans les dernières couches j'ai recueilli *Terebratula russillensis* de Loriol Foss. du Salève pl. E, f. 12, 15, *Ostrea aquila* Brg., *Plicatula* cf. *placunea* Lamk., *Echinospatagus*.

L'Urgonien se perd entre le souterrain de la Nerte et les Cadeaux. Quelques lambeaux pris dans une faille jalonnent sa direction au sud du Plan de Campagne. Son affleurement reprend de la continuité entre le Pin et Simiane.

L'Urgonien forme, au nord et au midi, la ceinture du bassin de

Marseille. Au nord ce sont les premiers contreforts de la chaîne de l'Etoile, séparés de la dolomie jurassique qui forme la masse principale de la montagne par des vestiges de Néocomien et par une faille que j'ai déjà signalée à propos de ce dernier étage. Il arrive ainsi jusqu'au massif de Garlaban ou d'Allauch. Il forme le mamelon dénudé qui est au sud des Maurins et des Grands Louis. On en retrouve encore une faible épaisseur vers les *jas* de Moulet et de Palençon, où il passe inférieurement au calcaire néocomien, et où il est recouvert par la nappe de bauxite. Le village d'Allauch repose sur des calcaires blancs mêlés de dolomie qui paraissent appartenir à cet étage. Les mêmes couches, se repliant en un anticlinal dans lequel apparaît le Néocomien, se renversent sous celui-ci en plongeant au sud et portent sur leurs tranches la deuxième chapelle au dessus d'Allauch, tandis que la première et les débris de l'ancien château sont sur le sommet de la même branche du pli qui porte le village.

Dans les parties centrale et orientale de la montagne de Garlaban, l'Urgonien diminue rapidement d'épaisseur, puis s'évanouit, de sorte que le Turonien, peut-être même le Sénonien, reposent directement sur le Néocomien. Néanmoins nous retrouvons l'Urgonien dans les contreforts les plus orientaux de la montagne, dans le triangle Roquevaire, Peipin, Auriol. MM. de Roux, de Valdonne, ont recueilli aux Chapeliers, près Peipin : *Requienia ammonia*, *Janira Deshayesi*, *Radiolites*, dans un calcaire gris très clair. Faut-il admettre que la montagne de Garlaban ait subi dans sa partie centrale une dénudation du calcaire à réquiénies avant l'époque sénonienne ? L'absence de brèches autour d'elle porterait à rejeter cette hypothèse et à croire qu'elle a plutôt formé un haut fond balayé par les courants dès l'époque urgonienne et que les sédiments qui s'accumulaient autour d'elle ont été exclus de sa surface.

Au sud du bassin de Marseille, l'Urgonien forme la principale charpente des collines qui séparent ce bassin de celui du Beausset, sous lequel, d'ailleurs, il passe, pour reparaitre au bord sud, jusque vers Toulon, ainsi que M. Toucas l'a figuré.

La crête de la Ste-Baume, au sud de l'Huveaune, se rattache à la bordure méridionale du bassin de Marseille. Le Valangien et un Néocomien peu épais forment les hautes pentes de la montagne du côté du midi, tandis que l'Urgonien, renversé sous eux, soutient la crête à l'altitude de 1000^m à 1100^m. Ses calcaires massifs sont taillés au nord en une muraille grandiose. En allant de l'hôtellerie ou de la grotte célèbre, creusée dans l'Urgonien, au St-Pilon, on peut constater l'intercalation de dolomie.

Au Plan d'Aups, bien que si près de la crête de la Ste-Baume, et nulle part au nord, il n'y a d'Urgonien.

Extension.

D'une manière générale, le calcaire à réquiénies est en retrait par rapport aux formations antérieures. Dans la vallée de la Durance il s'arrête environ 18 kilom. à l'est d'Orgon, vers Charleval. La limite orientale passe ensuite par Eguilles, Valdonne, Auriol, le Plan d'Aups, l'extrémité est de la Ste-Baume (les Glacières). Dans l'est du bassin du Beausset, rien n'indique une extension différente de celle du Néocomien. Sa partie à la fois la plus orientale et la plus méridionale est le rocher de Coudon, près Toulon. La ligne que je viens de tracer me paraît être bien voisine de celle qui devait circonscrire les dépôts urgoniens au moment de leur formation.

APTIEN

L'Aptien est plus réduit horizontalement que le calcaire à réquiénies. Il n'a laissé aucune trace dans les Bouches-du-Rhône, au nord du Lar. Il n'existe pas immédiatement au sud des Martigues, où le Cénomaniens est superposé directement à l'Urgonien. Ce fait, signalé en 1864 à la réunion de la Société Géologique, paraît se reproduire sur la ligne d'Ensue à Méjean (V. Fig. 4, p. 76). Peu à l'est des Martigues, l'Aptien fait son apparition dans le vallon de la Gueule d'Enfer, creusé là grâce à son état marneux. Dans la chaîne de la Nerte il existe tout autour de Carri, à Ensue, au Rove.

Une ligne d'affleurement autour des chaînes de la Nerte, et de l'Étoile se suit depuis la Gueule d'Enfer, près le hameau de la Mède, par Châteauneuf, Gignac, Fondouille, l'Assassin, le Pin, Simiane et St-Germain, Mimet. De Mimet les affleurements crétacés, qui contourment l'extrémité est de l'Étoile par St-Savournin, nous conduisent à un lambeau isolé qui se rattache assez naturellement à ces affleurements. C'est un calcaire marneux à Orbitolines entre Peipin et le hameau du Ragage.

La ligne qui embrasse les dépôts aptiens contourne ensuite la montagne de Garlaban en laissant celle-ci à l'est, en dehors. D'Allauch elle s'infléchit à l'est, en passant par Aubagne et le Plan d'Aups, si les calcaires gris, à silex, placés verticalement dans la partie ouest de la Ste-Baume et signalés par Coquand, sont bien de l'Aptien. La ligne ainsi tracée embrasse le village de la Penne, entre Marseille et Aubagne, où l'Aptien a été signalé par Coquand, et le gisement

classique de la Bédoule. L'Aptien s'étend de là dans le bassin du Beausset et remonte au nord jusqu'au près de Brignoles. M. Zurcher, qui a trouvé là le gisement de Côte Crêpe, près Camps, m'a montré, de cette provenance :

Toxoceras Requieri d'Orb.

Echinospatagus Collegnii d'Orb.

Lima Royeri d'Orb.

Discoidea decorata Desh.

Plicatula placunea Lamk.

Nous allons maintenant examiner en détail quelques-uns des gisements ci-dessus indiqués.

A la Mède et à Cotton (Châteauneuf à Gignac), l'Aptien est formé de la manière suivante :

1. — Calcaire un peu marneux gris clair, un peu fissile: *Ancyloceras Malheroni*, *Ammonites Dufresnoyi*, *Am. fissicostatus*, *Plicatula placunea* de petite taille. Ces couches reposent sur les calcaires à silex qui terminent l'Urgonien.

2. — Marnes calcaires fissiles, gris bleu, cultivées, se prolongeant au sud de Gignac. A la Mède ces marnes renferment :

Belemnites semicanaliculatus Blainv. d'Orb. commun.

Plicatula radiola d'Orb. pl. 463 f. 1-7.

Terebratula sella Sow.

A la Mède ces marnes sont directement surmontées par les sables cénomaniens, mais plus à l'est d'autres couches s'ajoutent aux précédentes.

3. — Calcaire gréseux et glauconieux, passant à un grès lustré en plaquettes rubannées, avec cordons flexueux (remplissage de tubes de vers?): l'Olivastre, Tholoné, moulin à vent de Bayon.

Terebratula sella.

4. — Calcaire gris et blanchâtre, scintillant, sonore, un peu sableux et glauconieux, avec lits marneux entremêlés :

Ammonites Milletianus d'Orb. Pal. fr. pl. 77.

Rhynchonella nuciformis Sow. Min. Conch. pl. 502 f. 3.

Ce dernier calcaire forme le revers nord des coteaux de l'Olivastre, Bayon. Une couche au pied du coteau est terreuse, à peu près entièrement formée de glauconie. On retrouve cette roche entre la Folie et Valapoux, près Sausset. A l'est, le prolongement de ces couches 3, 4, à travers le village de Gignac et à Capeou, est un calcaire glauconieux et gréseux très fossilifère. On trouvera plus loin la liste des fossiles.

Dans le centre et au sud de la chaîne de la Nerte, l'Aptien existe en divers points. Au sud de la Bastide blanche le plateau urgonien a retenu quelques couches de l'Aptien inférieur dans ses dépressions. A Romaron on trouve dans ces couches inférieures *Am. Malheroni* (Pal. fr. pl. 48) et *Nautilus neocomensis* (Pal. fr. pl. 44). Le vallon cultivé correspond visiblement à l'Aptien marneux.

Le vallon d'Ensue, et sur son prolongement celui du Rove, forment

des bandes E.-O. d'Aptien conservé grâce à sa descente au niveau ou même en contrebas de l'Urgonien. A Ensué le calcaire marneux bleuâtre de cette bande m'a fourni :

Belemnites semicanaliculatus Blainv., *A. Dufresnoyi* d'Orb., *Plicatula placunea* Lamk, *Terebratula sella* Sow. var. *minor*.

Au Rove comme à Ensué les couches les plus anciennes sont au nord, ou plus exactement ici au N.-E. En venant de cette direction vers le village on relève la succession suivante :

1. — Calcaire à réquiniés.
2. — Calcaire marneux bleu.
3. — Marne avec *Am. Dufresnoyi*.
4. — Calcaire gréseux et marneux avec glauconie : *Serpula*, *Pecten*, *Plicatula placunea*, *Rhynchonella*.

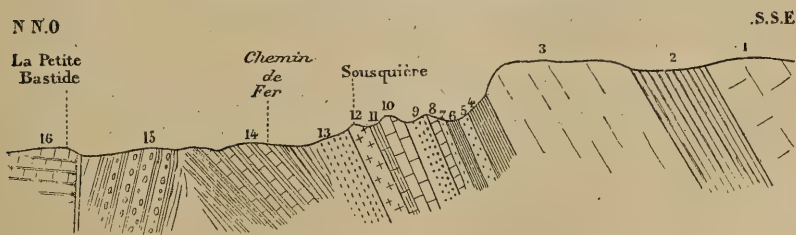
Sur le bord de la mer, en allant de Niolon à Méjean, on rencontre des couches intercalées entre l'Urgonien et les calcaires roux du Cénomanién, qui doivent appartenir à l'Aptien, bien que celui-ci fasse défaut dans les vallons qui séparent le littoral d'Ensue. Ce sont des calcaires marneux blanchâtres et des calcaires noduleux passant au grès glauconieux calcarifère (30^m environ).

Si nous reprenons le nord de la chaîne de la Nerte, vous voyons encore un peu d'Aptien inférieur, avec *Terebratula gibbsiana* Sow., quelquefois plus large que le type, à la sortie de la gorge sur le souterrain. A partir de là nous avons affaire surtout à l'Aptien glauconieux : Fondouille, l'Assassin, le Pin, Sousquières, Simiane, les Puits.

La coupe ci-dessous, par Sousquières, nous fournit la série suivante, dont les termes, sauf les deux derniers sont renversés :

Fig. 3.

Coupe de Sousquières à la Petite Bastide.



1. — Dolomie, calcaire blanc, Jurassique supérieur.
2. — Néocomien marneux, jaune.
3. — Calcaire blanc massif, Urgonien.

- | | | |
|---|-------------------|----------|
| 4. — Calcaire marno-schisteux, blanc jaunâtre | 25 ^m . | } Aptien |
| 5. — Calcaire marno-sableux glauconieux : trigonies, etc. | 30 ^m . | |
| 6. — Marne. | 15 ^m . | |
| 7. — Comme 5, plus dur. orbitolines. | 2 ^m . | |
| 8. — Calcaire dur, gris, siliceux, <i>Ostrea aquila</i> silicifiés. | 2 ^m . | |
| 9. — Calcaire gris grés-schisteux glauconieux : Gault | 12 ^m . | |
| 10. — Calcaire un peu roux : <i>Ichthyosarcolithes triangularis</i> . Cénomanién. | 3 ^m . | |
| 11. — Calcaire roux, tantôt plus compacte et homogène, tantôt manifestement détritique. | 8 ^m . | |
| 12. — Marne grise cultivée. — Calcaire blanchâtre, tendre, un peu gréseux, se délite en boule : <i>Hippurites</i> , <i>Radiolites</i> , <i>Ceriacava irregularis</i> Michelin sp. Dans la profondeur le calcaire est bleu et une multitude de petits foraminifères se détachent en blanc. | 12 ^m . | |
| 13. — Grès siliceux, roux, fin. | 30 ^m . | |
| 14. — Marnes et calcaires en petits bancs : cyrènes striées, <i>Paludina novemcostata</i> . Tortues nombreuses. Lignite. | | |
| 15. — Marne et poudingue calcaire (Bégudien). | | |
| 16. — Calcaire éocène. | | |

Au sud de Simiane, l'Aptien offre un beau développement au quartier de St-Germain. En descendant du Pilon du roi, après avoir traversé les calcaires blonds mêlés de marnes jaunes du Néocomien, et quelques vestiges d'Urgonien, on trouve :

1. — Calcaire marneux gris clair, avec quelques silex. *Ancyloceras Matheroni*, *Ammonites Cornuelianus* (30 c. de diam., sans la chambre d'habitation; les côtes se recourbent en arrière sur le dernier tour; la même ammonite, très grosse, se retrouve à la Bédoule).

2. — Marne gris cendré passant au calcaire précédent. Les couches 1 et 2 réunies ont environ 80^m.

3. — Calcaire gris, quelquefois roussâtre à la surface, grenu ou même sableux, souvent glauconieux; noduleux ou compacte, formant un relief auquel est adossée la chapelle St-Germain. *Serpula*, *Belemnites*, *Trigonia*, *Ostrea aquila*, *Echinospatagus Collegnii*, *Orbitolina* en abondance dans certains lits 40^m.

4. — Marne schisteuse grise, quelquefois sableuse, appartenant peut-être déjà au Gault. 90^m.

Faille amenant au contact le gypse et les cargneules du Trias. — Toutes les couches crétacées sont verticales ou renversées dans un plongement anormal vers le sud.

Dans le cirque de Mimet on retrouve les orbitolines. Au sud de Peypin ce sont elles aussi qui m'ont révélé l'Aptien.

Faune de l'Aptien supérieur.

Voici d'après les échantillons que j'ai recueillis, la faune de l'Aptien glauconieux, qui, du Rove et de Gignac, s'étend jusqu'à Simiane.

Serpula litiola Leym. Aubé. — Rove.

Belemnites semicanaliculatus Blainv. — La Mède, etc.

Ammonites Matheroni Pal. fr. pl. 48. — Capeou.

A. Milletianus Pal. fr. — Fondouille, Bayon.

A. gargasensis, jeune. — Bayon.

Natica Matheroniana d'Orb. pl. 175 f. 7-10.

Venus ovum Math. Cat. pl. 16 f. 3, 4.

Astarte obovata Sow., Pict. Perte du Rhône = *V. latesulcata* Math. Cat. pl. 16 f. 1, 2.

A. princeps Coq. Apt. d'Espagne pl. 15 f. 5, 6.

Cyprina cf. *bernensis* d'Orb. Prod. (*C. rostrata* in Pal. fr.) — Le Pin.

Corbis corrugata Sow., Pict. = *Cardium galloprovinciale* Math. — Le Pin; Simiane.

Cardium inæquicostatum Math. Cat. pl. 18 f. 3, 4. — Fondouille. Cette espèce est peut-être identique au *C. proboscideum* Sow. Min. Conch. pl. 151. f. 1; Lorient Gault de Cosne pl. 11 f. 4. D'Orbigny, dans sa synonymie du *C. productum* Sow., confond les *C. Goldfussi*, *C. guttiferum*, *C. inæquicostatum* de Matheron qui, d'après les localités citées, sont, le premier des calcaires à hippurites, l'autre turonien ou sénonien, le troisième aptien. Le dernier au moins est bien différent des deux autres.

Trigonia spinosa Park. in Lycett Trigon. pl. 23 f. 10, pl. 24 f. 8, 9. Mon échantillon est plus large d'avant en arrière. En outre l'area est couverte de petits nodules alignés de bonne heure parallèlement à la carène. Les *T. spinosa* anglaises sont du Greensand inférieur et supérieur. Jeunes, nos échantillons ont la plus grande ressemblance avec *T. upwarensis* Lyc. du Néocomien anglais. — Gignac.

T. Lamarki Math. Cat. pl. 22 f. 5-9. Un échantillon large de 60^{mm} sur 40^{mm} est remarquable par son area divisé en deux parties très inégales par une carène légèrement noduleuse, parcourues de lignes de granulations partant du crochet et alignées suivant le rayon sur les 4/5 de la longueur, comme les carènes, et non en travers des carènes.

Les rides régulières, parallèles au bord palléal, qui croisent les côtes et viennent y découper les tubercules, sont très nettes, comme sur les figures de Matheron et sur celles de *Trigonia ornata* d'Orb. in Lycett pl. 24 f. 6, 7, auxquelles on peut aussi rapporter nos échantillons. On peut encore rapprocher ceux-ci de *T. ornata* Pal. fr. pl. 288 f. 5-9 et signaler des affinités avec *T. Constantii* d'Orb., du Gault et avec *T. Vicariana* Lyc. pl. 25 f. 9, du Greensand supérieur anglais. La forme allongée est analogue, mais les côtes sont moins serrées dans nos échantillons. *T. ornata* est en Angleterre du Néocomien supérieur. — Le Pin.

T. aliformis Park. in Lycett. Trig. pl. 28 f. 3. Les crochets sont plus saillants et ont une plus grande épaisseur, la partie postérieure est moins large, dans les échantillons de Fondouille et d'Angleterre que dans *T. Fittoni* Desh., d'ailleurs assez semblable. *T. aliformis* est du Greensand. Coquand le cite de l'Aptien d'Espagne.

T. nodosa Sow. var. *Orbignyana* Lycett. Bord cardinal postérieur droit, long, bordé de tubercules (pl. 25). Bord palléal arrondi, se continuant doucement avec le postérieur; lignes de tubercules revenant en avant sur le bord palléal. Rangées de tubercules moins régulières que dans la pl. 25 f. 1 de Lycett, rappelant sous ce rapport la fig. 2 pl. 24. Area moindre que la moitié de la coquille, ce qui est une différence avec *T. dedalæa*, peu tuberculeuse (Lyc. pl. 25 f. 1). On peut citer encore comme références *T. dedalæa* Pict. et Renev. Perte du Rhône (Apt. inf.) et

T. nodosa Math. Cat. p. 166. La *T. nodosa* en Angleterre se trouve dans le Néocène supérieur, Crackerbeds d'Atherfield, île de Wight.

Matheron cite *T. scabra* et *T. harpa* à Fondouille. Je n'ai rien rencontré qu'on puisse rapporter à ces espèces.

Arca.

Mytilus Cuvieri Math. Cat. pl. 28 f. 9-10.

Pinna Renauxiana Pal. fr. Mes échantillons portent des côtes sur une des moitiés de chaque valve, sans cela ce pourrait être le *P. petasunculus* Math., qui vient du même gisement. — L'Assassin, Simiane.

Avicula moutoniana d'Orb.

Plicatula placunea Lam. in Pal. fr. pl. 462 f. 11-18. Le Rove, Fondouille, Sousquière.

Lima parallela d'Orb. — Le Rove, Fondouille.

Janira Morrisi Pict. et Renev. — Le Rove, Capeou, Fondouille.

Pecten acuminatus Geinitz in Römer, Schlesien pl. 26 f. 3 (Cénomanien). Plus étroit, plus allongé que *P. Robinaldinus* Pal. f. pl. 431 f. 1-4, auquel il ressemble d'ailleurs. — Crête sur la chapelle St Germain.

Ostrea aquila Brongn. in Pal. fr. — Un peu partout.

Terebratulina tamarindus Sow. in Davidson Cret. brachiop. pl. 9 f. 28. — St Germain

T. sella Sow.; Pal. fr.; Davids. — Capeou, etc.

T. prælonga Sow. in Davids. Cret. brach. suppl. pl. 3 f. 12 = *T. Duplemeana*, Pal. fr. (Gault)?

Rhynchonella latissima Sow. in Fitton 1829; *Ter. lata* Min. Conch. pl. 502 f. 1 (1825), non *T. lata* Sow. Min. Conch. 1815; — Pal. fr. pl. 491 f. 8. 9. 13. — Capeou, Fondouille, le Pin, etc.

R. Gibbsiana Sow. pl. 537 f. 9, 10. — Le Rove.

Echinospatagus Collegnii Sism. sp. in Pal. fr. pl. 846; Loriol Echin. crét. suisses, Echantillons plus petits et moins larges antérieurement que les figures de la Paléontologie française. — Capeou, Fondouille, l'Assassin, Sousquière, St Germain.

Holaster intermedius, Goldf. sp. in Pal. fr. pl. 810: Cott. Ech. Yonne pl. 60, f. 1-5. — Olivastre.

Pseudodiadema Trigeri Cotteau. — Capeou.

D'après M. Cotteau (1) et M. Gauthier (2), l'Aptien de ces localités a fourni encore les Echinides suivants :

Discoidea decorata Des.

Salenia prestensis Des.

Pseudodiadema Malbosi Cot.

P. dubium Cot.

Cidaris malum A. Gras.

C. spinigera Cot.

— *Orbitolina lenticularis* Blum. sp.

On sait que d'Orbigny a placé plusieurs fossiles de l'Aptien des Bouches-du-Rhône dans le Sénonien, lorsqu'il a rédigé son Prodrôme. Il a été induit en erreur par la désignation de Craie chloritée appli-

(1) Réunion Soc. Géol. à Marseille, en 1864, p. 53.

(2) Assoc. Franç. avanc. Sciences, à Reims, en 1880, p. 522.

quée par M. Matheron, dans son Catalogue, aux fossiles de l'Aptien des environs du Pas des Lanciers, aussi bien qu'à ceux qui appartiennent à des étages plus élevés du terrain crétacé.

Cet Aptien glauconieux est un faciès littoral d'une partie de cet étage. Sa nature gréseuse, la prédominance des grands lamellibranches par rapport aux céphalopodes, sa position sur le bord du bassin crétacé, me le font ainsi envisager. Aussi ne le retrouve-t-on pas à la Bédoule, point situé à l'intérieur du même golfe crétacé. Ces couches ont été qualifiées par Reynès, par Coquand, d'Aptien inférieur. Il est ainsi désigné dans le compte-rendu de la session de la Société Géologique à Marseille, en 1864 (1). Les coupes du Rove, de Gignac, montrent que cette qualification est inexacte, puisque cette assise est superposée à toutes les autres. Les calcaires marneux de la Bédoule, Aptien inférieur, à *Ancyloceras Matheroni*, ont leurs représentants identiques par la pétrographie et les fossiles, dans les coupes de la région de la Nerte, bien au dessous des calcaires glauconieux. C'est donc à tort que Coquand met les calcaires glauconieux de Gignac sur le niveau des calcaires marneux de la Bédoule (2).

Il y a dans la constitution de l'Aptien de la Nerte et de l'Étoile par des calcaires gréseux et glauconieux au sommet, des marnes au milieu, des calcaires marneux à *Ancyloceras* et *Am. Cornuelianus* à la base, une ressemblance frappante avec celle de l'Aptien de l'Ardèche, où M. Carez signale un Aptien supérieur formé de *sables verts* à bélemnites. Dans la partie moyenne sont des *marnes bleues*, et à la base un *calcaire marneux* à *gros céphalopodes*. La comparaison peut aussi se faire avec l'Aptien de l'ouest de la Drôme (3).

GAULT

Le Gault a été signalé par M. Matheron parmi les schistes marneux de la tête nord du souterrain de la Nerte. Ces schistes ne sont visibles que dans la tranchée du chemin de fer qui précède le tunnel, couverts qu'ils sont en général par des graviers calcaires d'alluvion ancienne. Mes recherches ont été vaines pour trouver quelque fossile dans les déblais du souterrain, mais M. Hébert (4)

(1) Session Soc. géol. de 1864, p. 41.

(2) Bull. Soc. géol. 3^e série, t. 11, p. 101.

(3) Hébert, Bassin d'Uchaux, p. 19.

(4) Annales des sc. géolog., t. 6 p. 72.

cite comme ayant été vus par lui en 1834 dans la collection Matheron, en provenance du puits n° 1 de la Nerte :

<i>Belemnites minimus</i> Lister.	<i>A. Mayorianus</i> d'Orb.
<i>Ammonites latidorsatus</i> Michelin.	» <i>Velledæ</i> Michelin.
» <i>mamillaris</i> Schloth.	» <i>Roissyi</i> d'Orb.
» <i>Deluci</i> Bgr.	<i>Inoceramus concentricus</i> Park.

Au Rove, au sud des maisons du village, s'appuyant sur l'Aptien glauconieux et plongeant, comme lui au S.-O., j'ai observé :

1° Marne, schisteuse, noire, finement sableuse, dans laquelle on a creusé des puits : *Inoceramus concentricus*.

2° Calcaire siliceux, gréseux, en plaquettes, et calcaire très glauconieux.

Il existe de Simiane à Mimet des calcaires gris siliceux, passant quelquefois à la marne, d'autres fois parsemés de rognons tout à fait siliceux. Ces calcaires sont en petits bancs. La surface est d'un gris blanchâtre. Le village de Simiane est adossé à ces calcaires et celui de Mimet est entièrement bâti dessus. Contournant la montagne ils vont passer dans St-Savournin. Presque en prolongement de cette bande on les retrouve au sud de Peypin où ils accompagnent l'Aptien déjà signalé. Comme tous les éléments du revers nord de l'Etoile, ces calcaires sont renversés et plongent sud. L'état de dislocation du pays, le peu de netteté des superpositions, l'absence des fossiles m'ont longtemps rendu perplexe au sujet de ces calcaires. Ce n'est qu'après des recherches assidues que j'y ai trouvé, au hameau des Putis, deux échantillons d'*Inoceramus concentricus* et un fragment d'*Ammonites splendens* Sow.

Dans le bassin du Beausset, le Gault n'a été rencontré que sur le bord sud du bassin, par Dieulafait et par M. Toucas. On sait qu'il manque à la Bédoule. Je n'en ai pas vu de traces à l'est de ce point, en allant de Signes au Beausset.

CÉNOMANIEN

Le Cénomanien, qui a une si grande épaisseur d'Aubagne à la Ciotat, est réduit à un petit nombre de couches aux Martigues. Celles-ci ont les caractères du Cénomanien moyen et supérieur du bassin du Beausset. Ainsi que le fait remarquer M. Hébert, rien dans la craie des Martigues ne peut être comparé au Cénomanien inférieur de la Bédoule. Le Cénomanien de la chaîne de la Nerte consiste en calcaires blancs ou blonds, plus ou moins chargés de sable siliceux, avec des huîtres et des rudistes. Il a donc un caractère littoral.

Voici la coupe que j'ai relevée à l'ouest de la Mède, sur le promontoire rocheux qui borde l'entrée du vallon de la Gueule d'Enfer et qu'effleure le chemin de fer.

1. — Marnes grises et verdâtres à <i>Belemnites semicanaliculatus</i> : Aptien.	
2. — Sable siliceux, fin, roux.	1 ^m 50
3. — Calcaire sableux, jaune pâle	1 ^m 00
4. — Couche à surface rousse, avec <i>Ostrea columba</i> Desh. var. <i>minor</i> (<i>Rhynchostreon Chaperi</i> Bayle Expl. Carte géol.) abondante. <i>Ichthyosarcolithes triangularis</i> Desmarest 1817. Journal de physique = <i>Caprinella triangularis</i> Pal. fr. 1847 pl. 542.	0 ^m 25
5. — Calcaire dur blanc, <i>Caprina adversa</i> , Pal. fr. pl. 536, 537.	3 ^m 00
6. — Calcaire en petits lits noduleux, un peu roux	2 ^m 00
7. — Feuille de calcaire lumachelle, roux	0 ^m 05
8. — Couches friables, marno-sableuses et calcaires : <i>Ostrea columba</i> , <i>O. carinata</i> Sow., <i>O. flabellata</i> Goldf., <i>Ichthyosarcolithes</i> , <i>Janira quadricostata</i> Pal. fr. pl. 447.	1 ^m 50
9. — Ensemble de calcaires durs, d'abord remplis de <i>Caprina adversa</i> d'Orb., puis peu fossilifères, gris ou roux, finement gréseux	5 ^m 00

Les calcaires cénomaniens s'élèvent à partir de la Mède en se dirigeant à l'ouest en une crête très pittoresque; leur nudité rocheuse, contraste avec le tapis d'émeraude dont les pins d'Alep couvrent les deux flancs de la colline. Le banc 5 forme un petit abrupt au-dessus des marnes et des sables, les couches 6 à 8 faciles à éroder se tiennent en retrait, tandis que 9 s'avance en becs menaçants par dessus le vide laissé par ces couches. De différentes parties de ce groupe cénomanien viennent les fossiles suivants :

<i>Pterocera pyrenaica</i> Pal. fr. pl. 210	<i>Ostrea bauriculata</i> Pal. fr.
f. 3?	<i>Hemiasper Orbignyanus</i> Desor.
<i>Caprotina carentonensis</i> Pal. fr.	<i>Heterodiadema lybicum</i> Desor sp.
pl. 592.	

M. Gauthier cite encore de la Gueule d'Enfer :

<i>Hemiasper batnensis</i> Coq.	<i>Goniopygus major</i> Ag.
<i>H. Toucasanus</i> d'Orb.	<i>Orthopsis miliaris</i> d'Arch. sp.
<i>Pyrina inflata</i> d'Orb.	<i>Pseudodiadema marticense</i> Cot.
<i>Anorthopygus Michelini</i> Cot.	

Aux Martigues, peu au sud de la ville, on peut observer une superposition du Cénomanien à l'Urgonien, l'Aptien diminuant rapidement d'épaisseur à l'ouest de la Mède, puis s'évanouissant complètement. Sur la route de St-Julien et de Sausset notamment, on peut voir le Cénomanien débiter par des grès et des calcaires gréseux avec *Ostrea columba minor* et se continuer par un calcaire à ichthyosarcolithes.

Dans le massif de la Nerte, le Cénomaniens se trouve encore au sud-est d'Ensué. J'ai relevé la coupe suivante :

Fig. 4.
Coupe de Gignac à Port Méjean.



- a* — Calc. blanc urgonien.
- b* — Aptien calcaréo-marneux.
- c* — Néocomien marneux, puis calcaire.
- d* — Dolomie.
- e* — Calcaire blanc urgonien.
- f* — Grès jaune, calcarifère, fin. 4^m00
- Calcaire se désagrégant en boules, *Ost. columba* var. *minor* 5^m00
- Calcaire blanchâtre, dur, formant abrupt, *Radiolites*, *Ichthyosarcolithes*, *Caprina adversa*. 15^m00
- Calcaire roux sableux, en retrait. 7^m00
- Calcaire gris dur 8^m00
- g* — Calcaire peu résistant surmonté de calcaire pareil au précédent : Bergerie. 10^m
- h* — Grès roux siliceux et calcaire à hippurites.
- i* — Urgonien.
- k* — Aptien? Cénomaniens à *O. columba*, *Caprina adversa*.
- Calc. blond, un peu gréseux, à *Radiolites cornupastoris*, hippurites, nérinées.
- l* — Grès roux siliceux, friable.
- m* — Calcaire gris pâle, très compacte, à *Hippurites cornu vaccinum* et radiolites. 100^m
- n* — Calcaire roux avec grains de quartz et *Pentacrinus*.
- Calcaire gris et lits marnosableux : hippurites, polypiers, etc.

La coupe ci-dessus rencontre deux fois les grès et calcaires cénomaniens. C'est d'abord en *f*, dans un des premiers vallons au S. E. d'Ensué, puis un peu plus au S. sur le bord de la feuille de Marseille au $\frac{1}{80\ 000}$, à la suite d'une faille, l'Urgonien réapparaît, surmonté en *k* par un Cénomaniens semblable au précédent, avec ses deux masses de calcaires durs en relief et ses caprines.

A l'est de la Mède et d'Ensué, je perds la trace du Cénomaniens jusqu'à Sousquières, près Simiane. Là les couches renversées, plongeant sud, se recouvrent dans l'ordre suivant (Voir fig. 3 page 69) :

- Aptien glauconieux à trigonies, *O. aquila*.
 9. — Calcaire grésoschisteux, glauconieux : Gault ? 12^m00
 10. — Calcaire dur, un peu roux, *Ichthyosarcolithes triangularis* 3^m00
 11. — Calcaire grésiforme ou homogène, roux, quelquefois spathique ou parcouru par des veines rougeâtres. 8^m00
 12. — Marne grise et calcaire à radiolites et foraminifères, supportant Sousquières.

La couche 3 est sûrement cénomaniennne, 4 représente peut-être déjà le Turonien à *Radiolites cornupastoris*. Cette coupe de Sousquières est intéressante parce qu'elle montre dans quelle faible épaisseur se condensent ici le Crétacé moyen et une partie du supérieur de la région.

Entre Simiane et Mimet, quelques mètres de calcaire blanchâtre, dur, formant une petite crête, compris entre les calcaires siliceux du Gault et les calcaires grumeleux à hippurites du Sénonien sont peut-être encore du Cénomanienn, mais je n'en connais pas plus à l'est sur cette ligne.

Au sud il y en a quelques vestiges dans le massif d'Allauch : M. Bertrand m'en a fait connaître un petit îlot dans le haut du vallon qui descend un peu à l'est des Maurins, sous le sommet urgonien. C'est un calcaire noduleux avec *O. columba* et *Caprina*.

Entre le sommet de Garlaban et Roquevaire, on en retrouve un lambeau avec *O. columba* et *Ichthyosarcolithes* au pied de la montagne. Je n'en connais pas à l'est de Roquevaire.

Il résulte de ce que je viens d'exposer et des renseignements que l'on a sur le Cénomanienn du Beausset, que cet étage, un peu plus étendu à l'ouest, vers les Martigues, que l'Aptien et le Gault, est approximativement limité par la même ligne qu'eux au sud du Lar jusque vers Mimet, Peipin, Roquevaire. De là cette ligne passe au sud de la S^{te} Baume pour atteindre Rocharon, un peu en retrait sur l'Aptien des environs de Camps, et descendre de là droit au sud, vers la mer.

Le Cénomanienn des Bouches-du-Rhône se trouve séparé de celui de la région alpine par un espace considérable, les affleurements les plus méridionaux de celui-ci dessinant la ligne suivante :

Fontiennas (de Selles, cité par Fallot).

Montlaux (Scip. Gras, Fallot).

Volx (j'y ai recueilli *Orbitolina concava* Lam).

Levens, près Moustier (j'y ai trouvé *Am. rhotomagensis* Lam, *O. columba* Desh., *Orbitolina concava*).

Camps (Coquand, Fallot).

Vence.

L'espace intermédiaire comprenant les Maures, l'Esterel et une

grande bande de terrains secondaires s'étendant de là vers l'ouest, en est et en a vraisemblablement toujours été privé.

TURONIEN.

Entre l'étang de Berre et la mer, le Turonien est formé de calcaires à peu près blancs, avec *Pyramidella canaliculata*, *Pterodonta*, *Nerinæa*, *Toucasia Archiaci* d'Orb. *Radiolites ponsianus* (Pal. fr. pl. 552), *R. Beaumonti* d'Orb., *Biradiolites cornupastoris*, *Hippurites* confondu jusqu'ici avec *H. organisans*, mais en différant, d'après la remarque de M. Douvillé, par l'existence d'une arête cardinale bien accusée.

À la Mède, au-dessus des couches énumérées d'autre part à propos du Cénomanien, je trouve 4 mètres environ de calcaire grumeleux, blanchâtre, avec quelques lits gréseux roux, et à la partie supérieure, plaquettes de lumachelle blanche : *Birad. cornupastoris*. Aux Martigues, Reynès affirme l'existence d'un calcaire marneux à *Inoceramus labiatus* qui viendrait s'intercaler sous celui à *Birad. cornupastoris*. Sur les calcaires à radiolites repose une grande formation de grès roux qui constitue une région déprimée au nord de la crête cénomienne. Des marnes grises plus ou moins ligniteuses y sont associées à la base, tandis que plus haut les grès sont à peu près seuls. Ces grès sont formés de grains de quartz très fins cimentés par de la calcite qui donne, dans la cassure des parties non altérées, une apparence lustrée. Dans le voisinage de la surface, le calcaire étant dissous, le grès tombe en poussière. Quelques bancs plus résistants relèvent de légères crêtes cette surface déprimée. Les grès de la base renferment en abondance *Crassatella ligeriensis* d'Orb. En outre, il y a des débris de coquilles avec lesquels M. Depéret est parvenu à reconstituer une intéressante faune saumâtre. Je renvoie à son mémoire pour la description de cette faune (1). Les fossiles recueillis ne me paraissent pas régler d'une façon concluante l'âge de ces grès ; si je parle d'eux en ce moment, c'est seulement parce que M. Depéret les a attribués au Turonien. Dans la carte géologique (feuille d'Aix) je les ai placés à la base du Sénonien (2). Ils ont une épaisseur d'une centaine de mètres à l'ouest de la Mède.

(1) Bull. Soc. Géol. 3^e sér. t. 16 p. 539.

(2) Sur la carte on a marqué, à mon insu, dans un but de raccordement avec la feuille d'Arles, une petite bande de Turonien au nord de l'étang de Berre, parce que les sables y existent. Comme dans la légende les calcaires à *Biradiolites cornupastoris* sont seuls inscrits comme turoniens, cela pourrait faire croire à l'existence de ces calcaires au nord de l'étang, ce qui serait faux.

Au sud-est d'Ensué, la coupe se continue, au-dessus des calcaires durs à ichthyosarcolithes par :

g. — Calcaire gris marneux et grès marneux, tendres, avec petits bivalves à test crayeux.

h. — Calcaire blanchâtre formant des abrupts : *Biradiolites cornupastoris*, *Hippurites* cf. *organisans*, *Pterodonta*, *Nerinæa*. 1 et 2 ensemble. font 30^m.

Plus au sud, dans les contreforts qui descendent à la mer, entre Méjean et Gignac, le Turonien se retrouve avec de petits bancs de calcaire gréseux, roux, passant à la lumachelle, à la base, puis des calcaires gris à *Biradiolites cornupastoris*. Au dessus, des calcaires très chargés de fins grains de quartz se désagrègent en un sable roux, comme le grès roux signalé ci-dessus entre la Mède et les Martigues. Seulement, ici, l'élément calcaire est plus abondant.

Des localités précédentes il faut aller jusque dans le massif d'Allauch pour retrouver le Turonien nettement représenté. Au sud de Peynoou, des couches grumeleuses un peu roussâtres, renversées sous l'Urgonien, ont fourni à M. Depéret *Biradiolites cornupastoris* et à moi *Requienia Archiaci* d'Orb. Pal. fr. pl. 597. Les calcaires gris, tantôt marneux, tantôt grumeleux qui surmontent l'Urgonien et supportent les calcaires rouges des mamelons dits les Têtes-Rouges, doivent aussi être attribués, au moins partiellement, au Turonien, que j'avais méconnu dans ma note du 10 novembre 1884 à l'Académie des sciences. Les rudistes y sont malheureusement en mauvais état. J'y ai recueilli *Cladocora manipulata* Reuss. pl. 6 f. 22-23.

Peu à l'est du Jas de Moulet, de même qu'au sud du mamelon marqué 520^m, la séparation de ces couches et de l'Urgonien est tracée par un banc de bauxite rouge, pisolitique. Quelques fouilles qui suivent le minerai s'enfoncent parallèlement à la stratification. D'ailleurs on voit le cordon de bauxite suivre les affleurements de la surface de séparation. Le premier décimètre de sédiments superposés renferme quelques grains de bauxite remaniés. Il n'est donc pas douteux que celle-ci forme un dépôt qui s'est superposé à l'Urgonien antérieurement à la formation des couches turoniennes (1).

Au-dessus des quelques mètres de couches noduleuses à *Biradiolites cornupastoris*, se trouvent des calcaires noirâtres avec fossiles à test blanc. L'aspect seul de ces calcaires révèle par analogie

(1) Collot, Age des Bauxites du S.-E. de la France, B. S. G., 3^e série, t. 15 (1887) — Le Crétacé de Garlaban et d'Allauch, par MM. Gourret et Gabriel. B. Soc. belge de géol. t. 2 (1888).

l'origine d'eau saumâtre ou douce. Le calcaire est fréquemment concrétionné autour des fossiles. Certains lits sont marneux. M. Depéret, dans le mémoire déjà cité (1), énumère de ces couches :

<i>Cerithium nodosocarinatum</i> Depéret.	<i>Psammobia</i> aff. <i>impar</i> Zittel.
<i>C. provinciale</i> d'Orb.	<i>Liopistha subdinnensis</i> d'Orb. sp.
<i>Glauconia</i> (<i>Cassiope</i>) <i>turonensis</i> Dep.	<i>Cyrena galloprovincialis</i> Math.
<i>Ampullaria</i> cfr. <i>Faujasi</i> .	<i>Cardium Itierianum</i> Math.

Il fait remarquer le caractère beaucoup moins marin de ces dépôts comparés à la formation saumâtre de la base du grès de la Mède, qu'il met sur le même niveau. Ces calcaires à faune saumâtre se poursuivent à l'est, autour du sommet 660, où ils se trouvent entre le Néocomien (l'Urgonien faisant défaut) et les calcaires à hippurites du Sénonien.

C'est sans doute encore le même horizon d'eau saumâtre ou douce qu'on rencontre dans la partie est du plan d'Aups, au-dessus du Néocomien et de la bauxite et sous les calcaires à hippurites. C'est encore ici un calcaire noir et brun à grosses pisolithes, avec fossiles blancs d'eau douce.

SÉNONIEN : Généralités.

La grande assise à hippurites, qui constituait le Provencien de Coquand, est caractérisée, d'après les recherches du commandant Toucas, par les *Hippurites dilatatus* et *bioculatus*, qui ne se trouvent pas dans l'assise à *Biradiolites cornupastoris*. Ses recherches et celles de M. Péron font généralement ranger aujourd'hui cette assise dans le Sénonien. On peut grouper avec elle, à la base, les grès roux et calcaires de même couleur qui le supportent entre la Mède et les Martigues et dont il a été question déjà à propos du Turonien. Ces grès paraissent occuper la place des couches à *Micraster brevis* du Beausset, ce qui les ferait rentrer dans le Sénonien. J'ajouterai aussi les couches supérieures aux hippurites, dites couches du plan d'Aups. Coquand les qualifiait de santoniennes. D'après ce que je viens de dire, loin de former la base du Sénonien, elles en sont le sommet. M. Toucas a même mis dans le Danien les plus élevées de ces couches d'eau salée. Par suite, l'étude des couches d'origine marine sera terminée avec ce chapitre-ci.

Au nord du Lar le calcaire à hippurites forme une bande qui part de St-Chamas, passe à Lafare et à Coudoux, pour se terminer un peu avant d'atteindre Eguilles. L'épaisseur de cette bande va

(1) B. S. G. 3^e sér. t. 16 p. 539.

en diminuant de l'ouest à l'est et se réduit à une fort petite épaisseur au point où elle disparaît sous le Tertiaire.

Au sud du Lar une autre bande, bien plus longue que la première, mais actuellement discontinue, s'étend des Martigues jusqu'à Brignolles. Elle commence à l'ouest des Martigues et se suit sans interruption jusqu'au rocher des Trois-Frères. Cachée sous les eaux de l'étang et sous le Quaternaire, elle ne reparait pas dans la tranchée du chemin de fer, au Pas des Lanciers, où le poudingue lacustre, base des couches de Rognac, s'appuie contre les schistes du Gault. Le calcaire à hippurites reparait 500 mètres à l'est, à Fondouille.

Le long de la chaîne de l'Étoile, la ligne Sousquièrre, Simiane, Mimet, St-Savournin, nous fournit la suite des affleurements du calcaire à hippurites. Renversé et surplombé par le Jurassique, il s'arrête peu au sud du dernier village, disparaissant dans un pli-faille.

A Valdonne, le col qui sépare la chaîne de l'Étoile de la montagne de Regagnas, est dans la formation lacustre à lignite, qui recouvre les hippurites. Au-delà celles-ci reparaissent et elles s'élèvent sur le revers nord jusqu'au sommet de Regagnas. Elles forment en outre, sur le revers occidental, le fond de plusieurs vallons où elles sont tombées par suite de failles. Il résulte manifestement de cette disposition que le calcaire à hippurites a recouvert tout l'emplacement de cette montagne.

Sur le revers nord de l'Olympe, dont les pentes descendent jusqu'à la petite ville de Trets, le calcaire à hippurites est resté dans les profondeurs du sol. On ne le voit affleurer nulle part : la formation lacustre daniennienne butte, par suite de mouvements postérieurs, contre la base du jurassique. Dans l'intérieur du massif de l'Olympe, deux îlots, ceux des Pous et des Bernes, viennent encore attester l'ancienne extension du calcaire à hippurites sur la surface qu'occupe aujourd'hui cette montagne. Ils sont logés dans des dépressions limitées, au moins d'un côté, par des failles, et c'est grâce à cette disposition qu'ils ont échappé à la dénudation générale.

Au sud de la chaîne limitative du bassin du Lar, nous trouvons les gisements de Méjean sur le bord de la mer, — Allauch, où les hippurites forment plusieurs sommets du massif de Garlaban, — les Mies, — ceux du revers sud-est de Regagnas, déjà cités, — St-Zacharie, — Nans, — Rougiers. Plus au sud, la longue bande qui commence au vallon de Vède, dans le sud-ouest d'Auriol, monte sur le plan d'Aups et se continue par Mazaugues jusqu'à Brignolles,

où elle passe à Candelon et entre la ville de Brignolles et le village de Camps.

Dans tous ces gisements l'observation montre que le relief du sol est postérieur aux dépôts qui nous occupent. Il n'y a dès lors aucune raison pour supposer que les lambeaux que je viens d'énumérer n'étaient pas primitivement dans une continuité parfaite, sur une surface à peu près plane. La mer sénonienne aurait donc formé un golfe vaste et unique au lieu de plusieurs golfes profondément découpés, comme on le croyait encore récemment (1). Il résulte d'ailleurs de l'énumération précédente que cette large nappe sénonienne déborde de tous côtés le Crétacé moyen. Dans la direction du nord, elle dépasse le Lar et vient reposer directement sur l'Urgonien. C'est surtout dans la direction de l'est qu'elle est transgressive. De ce côté son domaine est plus large, non-seulement que celui du Crétacé moyen, mais même que le Crétacé inférieur, et dans l'Olympe, à Mazaugues, à Brignolles, rien ne le sépare du Jurassique.

Dans la région occidentale l'élément calcaire est largement prédominant dans le Sénonien, surtout si l'on vient à en exclure les grès de la Mède. Dans la région orientale il n'en est plus ainsi. Des bancs de grès grossier s'y intercalent dès les environs de Valdonne. Ces grès s'associent avec des argiles, et alternent à plusieurs reprises avec des calcaires remplis de rudistes vers Mazaugues. Des fragments de feldspath bien conservé montrent l'origine relativement prochaine de ces éléments détritiques. Du bois flotté converti en jayet contribue aussi à désigner cette région comme voisine d'une embouchure.

Sénonien au Nord de l'étang de Berre.

Le calcaire à hippurites se trouve aux environs de St-Chamas, où il m'a fourni :

Ceriacava irregularis d'Orb.

Sphaerulites angeiodes Picot sp.

Reptomulticava Coquandi Michelin sp.

Rhynchonella difformis Lam.

Pholadomya royana d'Orb.

A partir de là il borde les collines qui s'avancent, dans la direction de l'est, vers Calissane et Lafare, sans jamais monter sur leur plateau. Une coupe relevée du nord au sud, à 3 ou 4 km est de St-Chamas, donne la succession suivante :

(1) Marion. Géolog. et paléont. de la Provence : Rev. scientif. 21 Déc. 1872.

0. — Calcaire à réquiénies dur, très blanc.

1. — Grès très tendre, à peu près blanc, formé de quartz pur; passant supérieurement à un calcaire roux chargé de grains de quartz. 6^m.

2. — Calcaire jaune à *Lacazina*, débris de rudistes, bryozoaires, etc.; calcaire à hippurites avec tendance à la schistosité. 20^m.

Certaines tranchées du chemin de fer sont dans ces calcaires qui, de là, plongeant sud, vont s'enfoncer dans l'étang de Berre. L'assise 1 correspond à la totalité ou à la partie supérieure des grès de la Mède. Il y a ici une lacune très grande entre l'Urgonien et le Crétacé supérieur, malgré laquelle il n'y a pas de discordance apparente dans le plongement des couches.

Entre Vautubière et Coudoux, la surface de l'Urgonien est percée par les lithophages et creusée de cavités plus larges analogues à celles que font les oursins. Le Sénonien débute immédiatement dessus par un calcaire grossier très chargé de grains de quartz, avec de petits *Lithothamnium* globuleux, de 15^{mm} de diamètre, bryozoaires, débris de rudistes, *Nautilus*, rameau fructifié d'*Araucaria*. Par dessus viennent les calcaires à Rudistes. A Coudoux j'ai constaté la succession suivante sur l'Urgonien taraudé :

1. — Calcaire gris à rudistes.

2. — Grès roux fissiles: *Ostrea Matheroniana* d'Orb. (*O. spinosa* Math.); *O. cfr. acutirostris* Nils; foraminifères; moules de fragments de bois, en creux, avec limonite.

3. — Marne.

4. — Calcaire gris, à surface rousse; foraminifères, *Janira*, quelques débris de rudistes.

5. — Calcaire gris, en plaquettes irrégulières, tendre; *Lacazina*, *Heterilina*. etc. (100^m environ au nord de l'église de Coudoux).

Les nos 4 et 5 paraissent correspondre aux couches à *Lima ovata* Rœm. que nous rencontrerons aux Martigues. D'Orbigny cite, d'ailleurs *Turritella (Glauciona) Coquandi* d'Orb. à Lafare, ce qui indique l'existence d'un niveau encore un peu plus élevé. Les nos 1 à 4 réunis forment une épaisseur de 15 à 20^m. A Lafare le calcaire à rudistes, à lui seul, atteint cette épaisseur, ce qui est un exemple de l'augmentation de puissance des couches de l'est à l'ouest.

Sénonien des Martigues. — I

Pour la commodité de la description, je diviserai en quatre parties l'étude du Sénonien des Martigues.

J'ai parlé déjà, à propos du Turonien, d'une assise sableuse qui affleure dans les bois de la Mède. Cette assise, comprenant des marnes ligniteuses à sa base et la faune saumâtre de M. Depéret, est

remarquable par la finesse des grains de quartz qui la constituent, comme un sable longuement roulé. Des débris d'huîtres et des moules brisés d'autres coquilles sont disséminés dans ses différentes parties. Sur la route de Martigues à Sausset, où je n'ai pas vu de marnes à la base, le grès m'a fourni un *Hemiaster* voisin de *H. Toucasi* jeune, mais distinct, d'après M. Cotteau. Ce grès est figuré dans une coupe par Coquand (1), sous le nom de Coniacien, et par Reynès (2), sous celui de grès d'Uchaux. Il paraît correspondre à l'assise 16 et peut-être, 16 à 19 de M. Toucas (3) dans le bassin du Beausset. C'est pour cela que je l'ai rattaché au Sénonien, M. Toucas ayant, dans ces dernières années, démontré que sa 16^e assise forme la partie inférieure de cet étage.

Le grès passe par en haut à un calcaire roux rempli de menus débris organiques. Ce calcaire, épais d'environ 13^m, est exploité au passage à niveau de la Mède.

Sénonien des Martigues. — II.

Le calcaire à hippurites est, au sud et à l'est des Martigues, une assise puissante de 114^m, toute calcaire, mêlée seulement de parties un peu plus argileuses et d'aspect grumeleux. Il est riche surtout en radiolites et biradiolites avec quelques bancs où prédomine l'*Hippurites organisans*. Les grosses hippurites sont plus rares. On n'y remarque pas cette abondance de polypiers qui enrichissent certaines couches à rudistes des Bains de Rennes et de Leychert.

J'ai relevé banc par banc le détail de cette assise entre les Martigues et la Mède, en suivant le bord de l'étang, mais pour éviter une énumération sans intérêt, à cause de l'homogénéité de la formation, je me borne à consigner les remarques suivantes.

Les *Hippurites giganteus* et *H. cornuaccinum*, le *Radiolites mamillaris*, se sont montrés à moi dans le tiers inférieur de l'assise. Les *Radiolites Moulinsi* et *R. Sauvagesi* sont surtout abondants dans la moitié inférieure.

Les *Radiolites angeiodes*, *R. Toucasi*, *Biradiolites acuticostatus*, *B. excavatus*, *B. angulosus*, sont dans les 20^m supérieurs. Le *Radiolites squamosus* ne descend guère au-dessous des 2 derniers mètres.

A tous les niveaux se trouvent l'*Hippurites organisans*, les nérinées, les bryozoaires.

(1) Coquand. Craie sup. de Provence 1861. B. S. G. 2^e sér., t. 18, p. 133, coupe E.

(2) Reynès, Etude sur le synchronisme et la délimitation des terrains crétacés, et Réun. extr. Soc. géol. à Marseille, 1864, p. 33.

(3) Descr. du terr. crétacé du Beausset : Mém. Soc. géol.

Voici d'ailleurs la liste générale des fossiles recueillis par moi dans cette assise, entre les Martigues et la Mède.

Phasianella cfr. *ervyana*, Pal. fr.; Zekeli.

Natica Martini, Pal. fr. pl. 174 f. 5.

Venus sublenticularis d'Arch. B. S. G. 2^e série t. II; p. 211.

Cardium productum Sow. *C. Goldfussi*, Math. pl. 17 f. 5, 6; exclure synonymie Pal. franç. — Se retrouve à Gosau.

Crassatella orbicularis, Math. pl. 13 f. 7.

C. macrodonta Sow, in Zittel Gosau = *C. regularis* Pal. fr. = *C. galloprovincialis*, Math. pl. 13 f. 8.

Cyprina?

Janira Mortonis d'Orb. Prod. Sénon. p. 253.

J. Geinitzi d'Orb. Prod. Turon. p. 197. Cette espèce passe à la précédente, car des côtes fines accompagnent, comme des épaulements, de chaque côté, les côtes principales, ce qui tend à porter de 3 à 5 le nombre des côtes intermédiaires à deux côtes principales. En outre, la côte placée au milieu desdits intervalles subit un commencement de dédoublement.

Toucasia Toucasi d'Orb.

Hippurites organisans Montfort sp.

H. giganteus d'Hombre Firmas, caractérisé par le rapprochement des piliers à leur insertion sur le test, comme ceux de la localité type de Gattigues (Gard). Mon attention a été appelée sur cette particularité par M. Douvillé.

H. cornuvaccinum Bronn.

H. dilatatus Defr. in Pal. fr?

Radiolites Sauvagesi d'H. Firmas.

R. angeiodes Picot in Pal. fr.

R. mamillaris Math. pl. 7 f. 6. 7 Pal. fr. pl. 560 f. 1, 2.

R. radiosus d'Orb.

R. Desmouliniana Math. pl. 8; Pal. fr. pl. 551 f. 1, 5, 6, 7. Une forme aplatie d'un côté et ailée rappelle d'ailleurs beaucoup le *R. Desmouliniana*, en même temps qu'elle ressemble à *Hæninghausi* Desmoul. in Bayle. (*R. dilatatus* Pal. fr. pl. 568).

R. Toucasi d'Orb.

R. squamosus d'Orb.

Biradiolites acuticostatus d'Orb.

B. angulosus Pal. fr. pl. 562, pl. 574 (Bayle).

B. excavatus d'Orb.

B. canaliculatus Pal. fr. pl. 572. Une forme aplatie sur une face paraît n'être qu'une variété de cette espèce.

Sénonien des Martigues. — III.

Les couches riches en rudistes sont surmontées sur les bords de l'étang, par

- | | |
|---|-----------------|
| 1. — Calcaire bleu à foraminifères | 4 ^m |
| 2. — Marne grise | 12 ^m |
| 3. — Calcaire bleu, marneux, gélif, pétri de foraminifères et de menus débris de fossiles, et renfermant les espèces ci-dessous : | 14 ^m |

<i>Rostellaria provincialis</i> Math.	<i>Ostrea plicifera</i> Dujard.
<i>Delphinula</i> .	<i>O. Caderensis</i> Coq.
<i>Natica Martini</i> d'Orb.	<i>O. Costei</i> Coq.
<i>Tapes Martiniana</i> Math. sp.	<i>O. Merceyi</i> Coq.
<i>Crassatella macrodonta</i> Sow.	<i>Rhynchonella Eudesi</i> Coq.
<i>Isocardia longirostris</i> Roem.	<i>Rh. claudicans</i> Coq.
<i>Radiolites Coquandi</i> Bayle sp.	<i>Orthopsis miliaris</i> Cot.
<i>R. sinuatus</i> d'Orb.	<i>Diploctenium</i> .
<i>Cucullæa Orbignyana</i> Math.	<i>Idalina antiqua</i> d'Orb. sp.
<i>Janira Mortonis</i> d'Orb.	<i>Heterilina</i> .
<i>Pecten lævis</i> Nils.	<i>Dendritina</i> .
<i>Lima ovata</i> Nils. sp.	

Ces calcaires, désignés quelquefois sous le nom de zone à *Lima ovata*, constituaient pour Coquand, Matheron, Reynès, le Santonien. Depuis les travaux de M. Péron et de M. Toucas, il faut les mettre, au contraire, vers le sommet du Sénonien.

Sénonien des Martigues. — IV.

La dernière assise d'eau salée du Crétacé supérieur des Martigues est formée par :

1 — Marne 5^e.

2 — Trace de lignite; banc de coquilles surmonté de marnes : *Ostrea acutirostris* Nils., *Glauconia (Turritella) Coquandi* d'Orb.

Le banc à *O. acutirostris* se trouve sur le bord de l'étang, auprès d'une bouche d'égout. A partir de là, en allant vers l'ouest pour suivre la série des couches, on ne trouve plus de fossiles d'eau salée. Au Beausset M. Toucas a trouvé des *Hemipneustes* dans la couche à *O. acutirostris*, supérieure au calcaire à *Lima ovata*. Aussi, dans son mémoire de 1882, fait-il commencer le Danien avec cette couche. J'ai trouvé plus commode de le faire commencer avec les couches d'eau douce, et je n'y vois pas d'obstacle théorique. En effet les *Hemipneustes* du Beausset ne sont pas déterminés comme espèce, et rien ne s'oppose à ce qu'ils soient sénoniens. Quant à l'*Ostrea acutirostris*, qui a été invoquée aussi en faveur de ce classement, si elle est daniennne en Scanie, des échantillons tout semblables à ceux de la Provence existent dans le Santonien de Sarlat.

Côteau Sud de la Nerte.

Sur les bords de la mer, autour des petits ports naturels de Méjean et de Gignac, le Sénonien prend un grand développement. Par la disposition verticale de ses couches, par les différences qu'elles ont

entr'elles dans leur composition, leur dureté, leur couleur, il donne une côte rocheuse, découpée, très pittoresque.

I. — Sur les calcaires à *Biradiolites cornupastoris* viennent, comme à la Mède, des grès siliceux roux, à grains fins. Ce sont plutôt ici des calcaires fortement chargés de fins grains de quartz, qui, par la dissolution du calcaire, s'égrènent en sable. Ils affleurent entre Niolon et Méjean dans la falaise, ils se dirigent de là à l'ouest et on les suit pendant longtemps sur le chemin de Méjean à Ensué. Leur épaisseur est d'environ 50^m. (Fig. 4, p. 76).

II. — Une assise calcaire de couleur grise forme une muraille verticale au-dessus de Méjean. Ce sont d'abord des calcaires gris clair ou légèrement jaunâtres, grumeleux et un peu marneux, en petits bancs, puis une masse excessivement compacte de calcaire dur. L'ensemble peut avoir 80^m. *Hippurites giganteus*, *Radiolites angeiodes*, gros *Cerriocava irregularis*. (Fig. 4, m).

III. — Contre l'assise précédente s'appuient des calcaires remarquables par leur couleur rousse et leur aridité. (Fig. 4, n). Ils sont durs, mais se délitent à la surface en plaquettes dans lesquelles on reconnaît une multitude de grains miliaires de quartz et de débris de bryozoaires, soit rameux soit laminaires, de radioles d'échinodermes, d'articles de pentacrines, de *Lacazina compressa*. La limonite colore le calcaire et forme quelquefois à peu près tout le ciment entre les éléments précédents. Comme restes organiques un peu entiers je n'y ai trouvé que quelques petites rhynchonelles, une petite huître et un *Epiaster* en mauvais état. La crique de Méjean est creusée dans ces calcaires, dont l'épaisseur atteint bien 100^m. Un calcaire semblable se trouve intercalé dans les hippurites à l'est de St-Chamas. On les retrouve aussi à Allauch entre deux masses d'hippurites et radiolites.

IV. — Alternance de bancs calcaires et de marnes finement sableuses, le tout de couleur grise, affleurant dans les falaises et à leur pied, entre Gignac et Méjean. Comme les précédentes ces couches sont verticales. Leur épaisseur est d'environ 80^m. Elles sont riches en rudistes et en polypiers et le point de la côte désigné sous le nom de Figuières, peu à l'ouest de Méjean, a été souvent cité par M. Matheron, dans son Catalogue. Voici les fossiles que j'ai moi-même recueillis dans ces couches :

Otodus appendiculatus, dent parvill. à des échantillons du Sénonien de Haldem.

Cypræa marticensis Math. pl. 40 f. 11. A la forme du *C. rostrata* de Zekeli mieux que de la figure de Matheron, mais la taille est celle de la figure de Matheron. — Méjean.

Acteonella crassa d'Orb. Pal. fr. pl. 166.

Cerithium daedaleum Zkl. pl. 22 f. 9. (Gast. der Gosaugebilde).

Solarium.

Delphinula spinosa Zkl. pl. 11 f. 2.

Cardium Itierianum Math.?

Plagiptychus paradoxus Math. pl. 5.

Hippurites sulcatus (Defr.) Pal. franç., pl. 531.

H. organisans Montfort sp.

H. Toucasi d'Orb. abondant, en colonies analogues à celles de *H. organisans*, mais formées d'individus d'un diamètre à peu près double.

H. bioculatus? Lam.

H. cornu vaccinum Bronn.

Radiolites sinuatus, Pal. fr. pl. 570.

R. angeiodes Picot.

R. Lamarki, Math. pl. 7 f. 4, 5.

R. mamillaris. Math. pl. 7, f. 6, 7.

R. Martiniana, Pal. fr. pl. 559.

R. excavata d'Orb.

R. squamosa d'Orb.

R. acuticostata d'Orb.

R. Demoulinsi Math. sp. pl. 8. = *R. plicatus* in Bronn Lethea pl. 31, f. 4; in Bayle. Expl. Carte géol. vol. IV pl. 113. Il y a, comme sur les dessins, 3 plis descendants, tantôt plus, tantôt moins aigus. La valve supérieure porte des ondulations correspondant aux sinus de l'inférieure. Les lames de celle-ci sont plus ou moins étalées et écartées.

Biradiolites canaliculatus Pal. fr. pl. 572, forme voisine du type et forme rugueuse, à lames détachées sur le bord, au lieu d'être appliquées.

Pecten Puzosianus Math. pl. 40 f. 1-3. — Pal. fr. pl. 437 f. 1-4. Ces dernières figures rendent assez imparfaitement l'aspect des côtes. Sur les côtés celles-ci sont très nettement squameuses. Zittel attribue un peigne qui paraît être la même espèce, en dépit de la direction à angle droit de la ligne des oreillettes par rapport à l'axe de la coquille, au *P. royanus* d'Orb. Mais les figures 7 à 12, de la pl. 438 de la Paléontologie française, indiquent une forme moins allongée et des côtes moins nombreuses, plus saillantes.

Spondylus hippuritarum d'Orb. Valve inférieure à comparer avec *Sp. truncatus*, *Sp. globulosus*, *Sp. Requienianus*, in Zittel. — Figuières.

Sp. hippuritarum d'Orb. Pal. fr. pl. 455. Valve supérieure à comparer avec *S. santonensis* Pal. fr. pl. 457. — Figuières.

Sp. globulosus Pal. fr. pl. 458; cfr. *S. filiosus* Leym. H^e Garonne, Sénonien, pl. J, f. 8. — Figuières.

Ostrea santonensis Pal. fr. pl. 484. — Figuières, Gignac.

O. plicifera.

Ceriocava irregularis, Pal. fr. pl. 788. Rameaux de 20^{mm} de diamètre.

Cardiaster très voisin de *C. ananchytis* Leske in Pal. fr. L'état incomplet de l'échantillon ne permet pas d'assurer l'identité spécifique — Figuières.

Schizaster atavus Cotteau; l'auteur de l'espèce a bien voulu confirmer cette détermination. J'ai été satisfait de trouver dans cette espèce du Sénonien supérieur (Campanien) du sud-ouest, non encore signalée en Provence, un nouvel argument pour fixer l'âge de nos couches à hippurites. — Figuières.

Cyphosoma subnudum Ag. in Pal. fr. pl. 1170 f. 14-19. — Figuières.

Heterocœnia massiliensis Michel pl. 71 f. 1 (*Alveolites*).

H. dendroides Pal. fr. pl. 132 = *H. verrucosa* Reuss.

Placocœnia Dumortieri Pal. fr.

Hexasmilia Ferryi From. pl. 95 f. 1.

Phyllosmilia costata Pal. fr. pl. 18, f. 1.

P. Basochesi Pal. fr.

P. expansa From. pl. 9.

Diploctenium subcirculare, Pal. fr. pl. 9, f. 2.

Goniocora turonensis Pal. fr.

Latimœandra massiliensis Pal. fr.

L. morchella Reuss, 21 f. 9, 10.

Isastrœa (*Synastrœa* From.) *profunda* Reuss pl. 9 f. 5, 6.

Centrastrœa insignis From. pl. 184, f. 2.

Enallastrœa octolamellosa Michelin (*Astrœa*) pl. 72, f. 2 = *E. reticulata* From. p. 611, pl. 142, 182 = *Astrocœnia reticulata*. Des échantillons bien conservés, de Figuières, portent entre les calices, au sommet des murailles, une crête perlée, comme *Astrœa decaphylla* Reuss.

Stephanastrœa striata Goldf. sp. Fromentel réunit avec raison les *Astrœa striata* et *variolaris* de Michelin en une seule espèce, la fig. 6 de la pl. 71, n'étant que l'état usé de 7. Sur certains échantillons j'ai les deux formes réunies. En outre j'admetts que cette espèce, décrite sous le nom de *Columnastrœa striata* par Fromentel dans la Paléontologie française, p. 532, n'a été placée dans les Styliniens que par suite d'un état d'usure du bord des cloisons qui a fait disparaître les dents. Dans les échantillons que l'on croit d'abord privés de dents, on finit par en découvrir dans certains calices. Je crois donc que toutes ces formes sont à transporter, avec leur nom spécifique de *striata*, dans le genre *Stephanastrœa* de Fromentel et que, dès lors, la dénomination de *S. Dumortieri*, créée pour celles d'entr'elles où on avait vu les dents, doit disparaître.

Hydnophora sp. nov.

Glyphephyllia, à ornements plus fins que *G. Dumortieri* From. pl. 91 f. 1. *Rhipidogyra undulata* Reuss pl. 20 f. 10, ne serait-il pas notre polypier ayant perdu les dents de ses cloisons ? A part ce détail, il y a identité.

Rhabdophyllia nutrix From.

R. Martini From.

Thamnastrœa agaricites Reuss pl. 19 f. 1, 2.

T. Teissieriana Mich. pl. 71 f. 4 = ? *T. exigua* Reuss pl. 18, f. 6.

Cyclolites Reussi (*C. hemispherica* in Reuss) From. pl. 53 f. 3. abondant.

C. cf. tenuiradiata et *conica*, grand, à peu près hémisphérique, mais à calice rond et à fente ombilicale un peu plus longue que dans *C. conica*.

C. crassisepta, rare.

C. polymorpha, rare.

Aulopsammia Murchisonis Reuss. pl. 10 f. 11-13.

Actinacis Martiniana d'Orb. in Reuss 24 f. pl. 12-15.

A. Haueri Reuss pl. 8 f. 13, 14

A. elegans Reuss pl. 24 f. 16-18.

Porites sp.

Polytremacis Blainvilleana d'Orb. in Reuss, pl. 14 f. 4-7.

P. cfr. Blainvilleana, avec surface du cœnenchyme vermiculée.

Heliopora Partschii Reuss sp. pl. 14 f. 1-3.

H. macrostoma R. pl. 24 f. 8-10.

V. — Les caps les plus avancés dans la mer, entre Méjean et Figuières, sont formés par les lames déchiquetées d'un calcaire roux, résistant, semblable à celui qui est sous les bancs à rudistes (III). Ce sont les dernières couches visibles sur cette côte. Elles ont environ 50^m.

Sénonien de la Bande au Nord de la Nerte et de l'Etoile.

J'ai dit que le Sénonien, s'arrêtant une première fois au rocher des Trois-Frères, reparait seulement à Fondouille, d'où il se continue en une mince bande dirigée vers l'est, qui passe au sud du Brusq et se perd de nouveau à l'Assassin. Elle reparait seulement à l'est du Perroquet (entre la station de Bouc la Malle et celle de Simiane). A Sousquière, l'étage est ainsi constitué (Fig. 3, p. 69) :

11. Calcaire roux, détritique, à cassure spathique, avec veinules rougeâtres, analogue à ceux du passage à niveau de la Mède et de Méjean. 8^m

12. Calcaire blanchâtre, tendre à la surface, bleu et dur dans la profondeur, un peu gréseux, schisteux, se délitant en boule.

Avellana, au Brusq.

Hippurites cornuaccinum Bronn.

H. canaliculatus Rolland.

Radiolites.

Ceriacava irregularis Pal. fr. pl. 788 f. 15, 16.

Bræckina Dufresnoyi d'Arch. sp., Mun.-Chalm.

Nombreux Miliolides.

Lithothamnium (Nullipora) ramosissimum d'Orb. Prodr. sp.

13. Grès siliceux roux 30^m.

Les couches plongent vers le sud par renversement. Au nord elles sont en contact par faille avec les calcaires à Cyrènes et lignite.

De Sousquière, le système se continue, par Siège, jusqu'au-delà du village de Simiane, qui est en partie bâti dessus. A Siège, le calcaire à hippurites est accompagné, sur le revers nord du mamelon, par un calcaire gris, crayeux, pétri de *Cardium Itierianum* Math., avec *Crassatella*, *Avicula*, *Pecten lævis* Nils., *Lacazina compressa* d'Orb. sp. Mun.-Chalm.; moules creux, enduits d'ocre, de fragments de bois flottés. C'est l'assise III des Martigues, à *Lima ovata*, ou horizon du Plan d'Aups.

Le calcaire roux se retrouve vers Babol (à l'est de Simiane), rempli d'entroques. Il passe au grès par l'introduction de grains de quartz. Au sud du château de Tressemame, on peut voir le passage de ce grès au calcaire à hippurites plus récent.

Au sud du chemin de Simiane à Mimet, le terrain s'élève rapidement jusqu'à une petite crête qui se dirige un peu au sud de la

ligne ouest-est. Cette crête est formée de terrain crétacé marin. Au-dessus de Marin, le haut du talus m'a montré environ 25^m de calcaire à rudistes alternant avec quelques petites couches de grès avec huîtres et débris charbonneux. J'y ai recueilli *Hippurites canaliculatus*, *Radiolites angeiodes*, *Idalina antiqua* et autres foraminifères. La crête est formée par un calcaire dur blanchâtre, siliceux, avec quelques rognons diffus de silex. Ce calcaire, épais de 10^m ressemble au Cénomanien de Sousquière. Au sud, un petit plateau est formé par les calcaires en petits bancs du Gault.

Le calcaire à hippurites va ensuite passer entre le village de Mimet et ses nouvelles écoles, vers la Tour, toujours renversé sous les terrains plus anciens qui sont au sud. Ce renversement du Sénonien à la bordure nord de l'Etoile a occasionné des glissements qui suppriment telle ou telle partie de l'étage ou même le font entièrement disparaître. Nous le retrouvons toutefois à la bifurcation des routes qui vont de St-Savournin à Marseille et à la Valentine. Il se perd définitivement au sud de Cadolive, où nous voyons 6^m de calcaire à rudistes et 2^m50 de grès siliceux roux, plus récent, renversés entre la dolomie jurassique et les couches crétaées d'eau douce à lignite.

Sénonien de Garlaban.

La montagne de Garlaban se termine à l'ouest, sur Allauch, par quelques pics coniques à profil raide et régulier. La couleur rouge de leur surface, complètement privée de végétation, les fait remarquer de loin et leur a valu le nom de *têtes rouges*. La partie principale de ces mamelons est un calcaire dur, jaune à l'intérieur, plus ou moins rouge à la surface, se délitant en plaquettes. Il renferme des débris de crinoïdes, d'oursins, d'huîtres, des foraminifères (*Idalina antiqua*). Il rappelle, par sa nature, le calcaire roux à grains de quartz, de Méjean. Il surmonte des calcaires plus ou moins marneux gris, avec rudistes, superposés eux-mêmes aux couches saumâtres dont il a été question à propos du Turonien. Au nord du Jas de Moulet, un grand lambeau de calcaire à rudistes, allongé en pointe vers l'est, le long du vallon qui aboutit vers les Cadets est tombé par une faille au pied d'abruptes néocomiens. Ce calcaire vient passer à l'ouest sous les calcaires rouges d'un mamelon couvert de grands pins. C'est la même superposition qu'aux Têtes Rouges. Toutefois, les calcaires à rudistes, dans le vallon des Cadets, paraissent plus puissants : cela peut tenir à quelques récurrences

par des failles secondaires. MM. Gourret et Gabriel (1) ont publié récemment une description du Crétacé moyen et supérieur d'Allauch. N'étant pas favorisé comme ces Messieurs par le voisinage de la localité, je n'ai pu recueillir le grand nombre de fossiles qu'ils citent. Je n'ai pas pu, non plus, me servir de leur travail pour compléter le mien, l'association des espèces dans leurs listes ne me paraissant pas conforme à ce qu'elle est dans le terrain crétacé de la Provence et me faisant croire qu'il y a lieu à de nouvelles déterminations. Cette étude est, d'ailleurs, riche de coupes relevées dans les différentes parties du massif, et la vraie place de la bauxite au-dessus de l'Urgonien n'y a pas été méconnue.

Au sommet du 3^e pic à l'est d'Allauch, le calcaire rouge supporte un calcaire gris, noduleux, à hippurites et foraminifères (*Lacazina compressa*).

Sur le bord sud-est du plateau de Garlaban, au-dessus de Lascours, le Crétacé supérieur débute sur le Néocomien par des plaquettes rousses pétries de *Trematocyclus* avec menus débris charbonneux, qui sont le prolongement amoindri du calcaire rouge d'Allauch. Sur une médiocre épaisseur de ces calcaires schisteux reposent les calcaires à hippurites.

Au pied nord de Garlaban, butant par faille contre la masse principale de la montagne, se trouve le lambeau de calcaire à hippurites des Mies. Sur les hippurites se trouve une couche marneuse avec banc d'huîtres (*O. cortex* in Coq. Monogr. *Ostrea* ?) et enfin une assise de calcaire bleuâtre, un peu gréseux, à fossiles blancs crayeux et débris charbonneux :

Turritella decheana Goldf.
Solen elegans Math.
Crassatella macrodonta in zittel.
Cardium Itierianum Math.
Cucullæa Orbignyana Math.

Ostrea caderensis Coq.
O. plicifera Duj. in Coq?
O. cortex Coq ?
O. acutirostris Nils.
Caprina Michelini Math.

C'est l'assise III du Sénonien des Martigues.

Sénonien au sud de Peynier.

A l'est de Belcodène, là où la direction de la route nationale passe brusquement de l'est au nord, on voit nettement le calcaire à hippurites reposer sur le Jurassique supérieur. Celui-ci consiste en dolomie grise à grain fin, subschisteuse, et calcaire blanc à pâte lithographique, avec quelques parties rouges et jaunes. Dans le

(1) Bull. soc. belge de géologie.

calcaire blanc j'ai trouvé de rares petites nérinées. La surface de contact est corrodée, percée de canaux tortueux et de loges de mo-dioles. Une patine de limonite bouche une partie des trous et pénètre dans les fissures.

a. — Le Crétacé débute par un calcaire noduleux auquel succèdent des alternances de calcaire gris ou blanc, dur, et de parties marneuses et noduleuses. Le tout contient un grand nombre de rudistes. Environ 20^m.

La coupe se continue par des couches où les sables jouent un rôle important.

b. — Sable marneux, gris, avec jayet, qui a été exploité au sud et au nord de la route. La surface du calcaire à hippurites, sur laquelle il repose, est corrodée, peut-être par suite d'une action postérieure et à cause de la perméabilité des sables. Ce grès renferme quelques huitres. Dans le haut, deux cordons calcaires, avec *Lacazina compressa*. En tout 6^m.
— Grès schisteux (kilom. 33). 1^m.

c. — Marne grise. *Ostrea cortex* Conrad in Coq. 1^m50
— Grès formant une assise compacte, blanc, nuancé de rose et de jaune, plus tendre dans le dernier mètre supérieur. 3^m.

d. — Marne grise. 4^m.
— Lits de *Cyclolites polymorpha* très commun, *Columnastræ striata* Goldf. *Enallastræa ramosa*, *Radiolites squamosus* d'Orb., *R. cir. mamillaris* Math., *Hippurites organisans* Montf., *Nerinea pailleteana* d'Orb. 0^m,30.

— Calcaire cendré à foraminifères : Miliolidés, *Heterilina*. 0^m,70
— Marne grise ; gros banc calcaire de couleur bise, dur, sonore, à cassure unie, à pâte fine, surface corrodée, tuberculeuse, couverte de limonite. 2^m.

e. — Marne grise contenant un cordon calcaire noduleux, dur 3^m.
f. — Grès roux, schisteux, avec taches charbonneuses, débris de fossiles blancs, huitres 1^m50

g. — Calcaire gris, compacte, en 3 bancs. A la partie supérieure, calcaire schisteux fossilifère et pisolithes : 2^m

Voluta Renauxi Math. ? *Cardium itierianum* Math.

Turritella decheana Goldf. *Arca alata* Math.

Tapes elegans (Solen Math.). Débris végétaux.

Limopsis calvus Sow.

h. — Grès dur, subschisteux, tout formé d'huitres, à test généralement brun 1^m.

Total de a à h, environ 46^m

Sénonien de la Pomme.

En suivant la rive gauche du ruisseau qui coule à l'est de l'ancienne auberge de la Pomme, dans l'angle de l'X formé par le croisement des routes nationales, voici la coupe que j'ai relevée. Elle part du pont sous lequel passe le ruisseau ci-dessus désigné, en aval de la Pomme, et le suit en remontant du sud au nord. Dans cette coupe les grès jouent un rôle moindre que dans la précédente et l'épaisseur de l'ensemble est plus grande. Elle est placée au sud de la précédente et, par suite, plus éloignée du rivage nord de la mer

crétacée. J'ai désigné par les mêmes lettres les faisceaux de couches qui paraissent se correspondre dans cette coupe et dans la précédente.

a. — Alternance de calcaires compactes, de calcaires marneux, souvent noduleux : hippurites, radiolites, *Reptomulticava Coquandi* Pal. fr. pl. 792 f. 12, 13, Milio-
lidés. 39^m

La surface du dernier banc est couverte d'*Echinobrissus minimus* associé à *Hemiaster*, *Ceriocava irregularis* d'Orb., *Ostrea*, *Janira Mortonis*; *Mytilus ciliigeriensis*, plus petit, proportionnellement plus allongé que les fig. 1, 2 de la pl. 340 de la Pal. fr.; cfr. *divaricatus*, mais à ornements plus fins que celui-ci; cette espèce se retrouve dans le Sénonien de Valbonnet, près Mornas. *Nerinea*.

b. — Grès siliceux grossier; dans le haut, lit de *Lacazina compressa* d'Orb. sp.; *Sphaerulites angeiodes*. 1^m50

— Marne blanchâtre, rognons calcaires, foraminifères. 3^m

— Deux bancs calcaires à hippurites, séparés par un lit marneux. 1^m60

— Calcaire marneux noduleux : *Radiolites Toucasi* d'Orb., *Janira Mortonis* d'Orb., *Cyclolites polymorpha* Bronn, *C. crassisepta* From. Pal. fr. pl. 56, Milio-
lidés. 0^m20

c. — Grès siliceux à huîtres : *O. caderensis* Coq., *O. semiplana* Sow. 0^m30

d. — Marne grise : *Lacazina compressa* et petits miliolides. *Cyclolites polymorpha*, *Ostrea*. 5^m

— Banc dur, avec *Hippurites organisans*, *Radiolites Toucasi* et autres rudistes; *Placosmilia cuneiformis*, *Cyclolites Martini*, *C. polymorpha*. 2^m

e. — Calcaire noduleux, délitable avec rudistes, *Lacazina*, 2^m

f. — Plaquettes brunes à foraminifères, miliolides, *Trematocyclus*, se détachant en blanc sur fond roux. Débris d'huîtres, *O. caderensis*, petits radiolites. 0^m20

g. — Marne avec deux ou trois bancs intercalés, de calcaire à cassure esquilleuse. 10^m

h. — Grès en plaquettes, avec bois fossile et débris de coquilles nacrées : *Mytilus anthracophilus*, *Cardium Itierianum*, *Radiolites angeiodes*, *Hippurites bioculatus*. 2^m

— Calcaire gris cendré : 2^m

Tellina Venei d'Arch.

Cardium Itierianum Math.

Arca tenuistriata Goldf.

A. alata Math.

Lima santonenensis? d'Orb.

Lima Hærnesi? Zit.

Lima semisulcata Nils. sp., ne portant pas encore de dents sur les côtes comme dans la Pal. franc. pl. 424 f. 5-9.

Pecten laevis Nils.

Cyclolites.

Le *Cyclolites polymorpha* se montre dans les coupes précédentes à la partie la plus élevée des calcaires à hippurites, comme cela a lieu dans l'Ariège, d'après la remarque de M. Hébert (1).

Sénonien des Boyers.

Sous le sommet de Regagnas, du côté nord, j'ai recueilli dans un grès calcarifère : *Trochosmilia aspera*?; *T. inflexa* Reuss.

(1) B. S. G. sér. 3, t. 10, p. 649.

Sur le revers sud de Regagnas, les couches à hippurites se sont conservées, grâce à plusieurs failles qui les ont placées en contrebas et sous la protection des calcaires jurassiques résistants. Au hameau des Boyers, près la Bouilladisse, on peut voir le contact du calcaire à hippurites sur le Jurassique perforé, et au nord du même hameau on peut observer la série suivante : au dessus d'une succession de calcaires noduleux à rudistes, de calcaires grenus nankins et roses, bien lités et séparés par des bancs marneux, nous trouvons :

- Grès tendre et marnes.
- Calcaire à miliolidés, *Radiolites squamosus* d'Orb. et autres rudistes pareils à ceux des bancs supérieurs de l'assise II aux Martigues 1^{re}.
- Grès tendre et traces charbonneuses. 5^{me}.
- Marne. 4^{me}.
- Calcaire bleu à surface rousse, avec *Radiolites fissicostatus* d'Orb., *Cyclolites polymorpha*, en deux bancs séparés par une bande marneuse 1^{re} 50.
- Calcaire à surface jaunâtre, schisteux, très finement sableux, bleu intérieure-ment, avec fossiles crayeux :

Turritella decheana Goldf.

Modiola flagellifera in Zittel.

Tapes elegans Math. sp.

Avicula pulchella Math.

Crassatella macrodonta in Zittel.

Radiolites Coquandi Bayle sp.

Cucullæa Orbignyana Math.

Pecten Espaillaci d'Orb.

Arca alata Math.

Janira Geinitzi d'Orb.

A. marticensis Math.

Cyclolites.

Cette dernière couche rappelle tout à fait sa similaire des Mies.

Sénonien des environs de Saint-Zacharie.

Les îlots des Pous et des Bernes, dans le massif de l'Olympe, au nord-est de St-Zacharie, n'offrent d'autre intérêt que leur position en sentinelles avancées au nord de la région que domine la Sainte-Baume. Ce sont des calcaires alternativement compactes et noduleux, blanchâtres, avec nombreux rudistes. Aux Pous, ils sont séparés du calcaire blanc jurassique supérieur sur lequel ils reposent, par une couche de bauxite rose accompagnée de calcaire laminaire. Ces conditions stratigraphiques sont les mêmes qu'à Kierbon, point actuellement le plus rapproché à l'ouest des Pous où la superposition soit visible. A Kierbon, un peu de bauxite sépare également les hippurites du Jurassique.

Entre l'Huveaune et la Ste-Baume, des lambeaux de calcaires à hippurites forment une bande discontinue qui part d'Auriol, passe à la Gastaude, à Vrognon, au sud de St-Zacharie, se retrouve à Nans et à Rougiers. Tombée dans les plis du Jurassique elle se

trouve souvent en contact avec lui et avec le Trias par des failles. Elle est souvent recouverte par les couches d'eau douce plus récentes et même, à la suite des phénomènes surprenants de dynamique terrestre que M. Bertrand a décrits, par le Jurassique refoulé par-dessus elle.

A Vrognon, le calcaire à hippurites alterne avec un grès grossier à grains de quartz laiteux, parfois rouge. Ces lambeaux au sud de St-Zacharie m'ont fourni :

Hippurites cornu vaccinum Bronn et autres espèces.

Radiolites angeiodes Picot.

Radiolites squamosus d'Orb.

R. Toucasi d'Orb.

R. Desmoulinsi Math. type et var. passant à *R. Hœninghausi* (*dilatata* in Pal. fr. pl. 568).

R. acuticostata d'Orb.

R. excavata d'Orb.

Enallastræa octolamellosa Michel. sp.

Stephanastræa mirabilis From. = *Astræa striata* Goldf. in Michel. pl. 71, f. 6.

Phyllosmilia Basochesi From.

Ph. flabelliformis From.

Cyclolites tenuiradiata From.

La présence dans cette faune des *Radiolites squamosus* et *Toucasi*, comme dans les couches supérieures des Martigues, l'abondance des polypiers, comme dans la partie supérieure de Méjean et de la Pomme, me font penser que nous avons affaire à la partie supérieure de l'assise à hippurites. D'ailleurs, le dépôt n'est pas très épais aux environs de St-Zacharie, et nous ne sommes pas très éloignés de la frontière nord de la formation. Cela peut faire penser que les couches à hippurites de St-Zacharie n'ont commencé à prendre naissance que vers le milieu de l'époque où se constituait la masse puissante des Martigues.

Sénonien du Plan d'Aups.

Le plateau dit Plan d'Aups s'allonge à peu près de l'est à l'ouest à l'ombre d'une haute muraille de calcaire urgonien. Le plateau et les pentes qui forment le soubassement de la muraille sont du Crétacé supérieur à peu près horizontal et généralement en position normale, tandis que le Crétacé inférieur de la crête est renversé par-dessus le précédent, formant ensemble un pli synclinal couché. Au nord du plateau sénonien le Crétacé inférieur manque, et là même où il n'y a pas de faille, le Sénonien se trouve en contact avec le Jurassique. La bande de calcaire à hippurites se prolonge à l'ouest par Contronne et descend dans le vallon de Vède jus-

qu'après d'Auriol, enveloppant d'un manteau à peu près concordant le Jurassique supérieur de la Lare. Du côté est elle va passer à Mazaugues et on la trouve encore bien plus loin, à Candelon, près Brignolles. En montant de Nans à la Ste-Baume, de Rougiers ou de Tourves à Mazaugues, on traverse, sur une épaisseur d'au moins 150^m, des bancs de dolomie qui, dans leur partie supérieure, alternent avec des bancs de calcaire blanc. C'est le Jurassique supérieur. En arrivant sur le bord du plateau, on trouve un lit de bauxite, puis immédiatement dessus, le calcaire à hippurites. J'ai dit seulement qu'en un point j'ai trouvé une faible épaisseur d'Infracrétacé interposé entre le Jurassique et la bauxite, au nord de la ferme des Béguines. Il est aussi à remarquer que la formation du Crétacé supérieur débute par un dépôt saumâtre ou d'eau douce, de calcaire brun, pisolithique, avec fossiles à test mince et blanc, continuation de celui du massif de Garlaban.

Sous Coutronne, le calcaire à hippurites forme trois ou quatre abrupts séparés par des bancs un peu marneux. L'épaisseur de l'ensemble m'a paru dépasser 100^m. En descendant de la crête de la Ste-Baume par les ravins qui aboutissent entre l'hôtellerie et le hameau du Plan d'Aups, on rencontre des calcaires roux, grenus, analogues à ceux du passage à niveau de la Mède, de Méjean, d'Allauch. On les revoit à l'extrémité ouest de la crête, vers les Glacières et vers le château de l'Estang. Là ils sont recouverts par la dolomie jurassique déjetée au-dessus d'eux et même parfois coiffés d'un chapeau de dolomie isolé de tous côtés, par suite des dénudations, ainsi que nous avons pu nous en assurer, M. Bertrand et moi, dans des excursions communes.

A mesure qu'on va vers l'est, des marnes sableuses et des grès s'intercalent entre les masses du calcaire à hippurites. A Mazaugues, le calcaire à hippurites est ainsi divisé en trois assises par deux puissants massifs détritiques (1). Voici d'ailleurs la coupe que j'ai relevée en allant de Tourves à Mazaugues, à partir de Blacailoux :

1. — Dolomie grise.	100 ^m
2. — Dolomie, calcaire blanc et rose.	50 ^m
3. — Bauxite, actuellement exploitée.	1 ^m
4. — Calcaire à hippurites, dur, en petits bancs, peu fossilifère; passe dans le haut à un calcaire gris à foraminifères. La surface dénudée de cette assise court en dalles gigantesques sur le plateau.	40 ^m
5. — Grès bariolés, argileux, à couleurs vives, fragments du porphyre rouge de l'Esterel, cristaux isolés d'orthose.	20 ^m

(1) Collot, Age des Bauxites. Bull. S. G. Sér. 3, t. 15, p. 343.

- | | |
|--|-------|
| 6. — Calcaire à hippurites en petits bancs ; devient marneux et riche en foraminifères dans le haut. | 20m |
| 7. — Marne et grès. | |
| 8. — Banc de grès dur. | |
| 9. — Argile sableuse bariolée ; jayet. | } 50m |
| 10. — Banc de grès dur, gris. | |
| 11. — Calcaire à hippurites. | 5m |
- Faïlle. Infralias s'avancant sur le Sénonien ; le village de Mazaugues est bâti sur la limite des deux terrains.

En 1887 j'avais figuré timidement cette faille oblique, de façon à faire surplomber le Sénonien par l'Infralias ; aujourd'hui, éclairé par les travaux de M. Bertrand sur le Beausset et par ce que j'ai vu vers les Glacières, je n'hésiterais pas à lui assigner une obliquité encore plus grande, la surface suivant laquelle le Jurassique a été traîné sur le Sénonien se rapprochant en plusieurs points de l'horizontale.

Dans le Plan d'Aups proprement dit, le calcaire à hippurites est recouvert par la formation qualifiée par Matheron et Coquand, d'étage du Plan d'Aups, et rapportée à l'époque santonienne de ce dernier. C'est l'équivalent des assises III et IV des Martigues, ainsi que le démontre la présence de plusieurs fossiles communs et le caractères de couches de passage au régime d'eau douce. Cette formation a été étudiée par Coquand, non-seulement à la surface du sol, mais dans les galeries qu'on y ouvrait à cette époque pour la recherche du lignite. N'ayant pas trouvé des circonstances aussi favorables à l'observation, je reproduis la succession indiquée par ce géologue, en réunissant les indications éparses des pages 96 à 103 de sa « Description géologique du massif de la Sainte-Baume. »

1. — Sur le calcaire à hippurites, couches diverses, principalement argileuses. 30m
2. — Argile à *Ostrea acutirostris*, avec lignite (galerie inclinée, dite fendue, Coquand). 15m
3. — Calcaire noirâtre, résistant, lumachelle de *Cardium villeneuveianum*, *C. Itierianum*, avec *Voluta pyruloides*, *Crassatella macrodonta* (*galloprovincialis*), *Radiolites Coquandi*, *Cyclolites*, *Unio*. 2 et 3 réunis : 0m45 à 0,50
4. — Lignite (fendue Rosalie)
5. — Faux toit argileux, Coquilles marines écrasées : *Turritella Coquandi*, *Ostrea*, *Cardium*, *Melanopsis*, *Unio*, *Succin*.

On peut consulter la liste des fossiles que donne Coquand. L'analogie qu'il constate avec Gosau est bien juste. A la liste des fossiles communs qu'il donne, on peut ajouter *Modiola flagellifera* in Zittel, Gosau = *Inoceramus siliqua* Math. La succession est ici la même qu'aux Martigues.

Voici, d'autre part, une coupe que j'ai relevée, un peu à l'est de

Sauvaire Barthélemy, désigné par Coquand sous le nom de ferme de Giniez, à la limite des feuilles d'Aix et de Marseille.

1. — Marne à *Ostrea acutirostris* Nils., traces de lignite : puits pour faire boire les brebis, dans les champs cultivés.

2. — Calcaire à foraminifères : *Cyclolites* et autres polypiers.

3. — Calcaire à *Turritella* (*Glauconia*) *Coquandi* d'Orb., lumachelle de *Cardium villeneuveianum* Math., *Turritella decheana* Goldf. (*T. bauga* Pal. fr.), *Limopsis calvus* in Zitt.

4. — Argile.

0^m50

5. — Lignite.

0^m20

6. — Calcaire gris avec mélanies à côtes fines, commencement de la série d'eau douce.

On remarquera qu'ici comme aux Martigues, l'*Ostrea acutirostris* est placée plus bas que la *Turritella Coquandi*.

Fossiles de l'Horizon du Plan d'Aups.

Voici la liste générale des fossiles que j'ai recueillis dans la partie supérieure du Crétacé marin des Bouches-du-Rhône et de la partie voisine du Var (III et IV des Martigues, couches du Plan d'Aups, etc.) (1)

Rostellaria provincialis Math. Rech. pal. 1878, pl. G f. 9 — Mart.

Fusus Espaillaci d'Orb. Pal. fr. pl. 224. Cfr. *Pleurotoma semiplicata*. Goldf. pl. 170 f. 11, de Haldem. Cfr. *Fusus septemcostatus* E. Favre, Craie de Lemberg pl. 10 f. 9, 10. L'état imparfait des échantillons permet ces comparaisons, peut-être au fond incompatibles. — Plan.

Delphinula. — Mart.

Voluta pyruloides Math. Catal. 1842, pl. 19 f. 20. — Plan.

Natica Martini d'Orb. Pal. fr. pl. 174 f. 5, cfr. *N. lyrata*, in Zekeli Gosau. Existe dans le Coniacien de Montignac (Dordogne).

Nerinaea pulchella d'Orb. Pal. fr. pl. 161 f. 4, 5 = *Turritella cesticulosa* Math. pl. 39 f. 17 ? D'Orbigny n'a pas figuré un pli bien marqué qui est au milieu du labre. Cette forme paraît d'ailleurs n'être qu'une variété presque lisse de *N. flexuosa* Sow. in Zekeli pl. 5 f. 5, Goldf. pl. 177 f. 7.

(1) Les noms des localités seront donnés en abrégé de la manière suivante :

Mart. Martigues.

Sie. Siège, revers nord du mamelon.

Brusq. Sud du Brusq, près les Pennes.

Sim. Simiane.

Verd. Verdillon, au sud de la ligne de Simiane à Mimet.

Mies. Les Mies, au nord de Garlaban.

Belc. Calcaires cendrés entre la Pomme et Belcadène.

Pey. Sud-ouest de Peynier.

Boy. Les Boyers.

Plan. Le Plan d'Aups.

Zach. Saint Zacharie.

Turritella sexcincta Goldf. pl. 197 f. 2 = *T. difficilis* Pal. fr. pl. 151 f. 19, 20. Math. p. 240. — Plan.

T. decheana Goldf. pl. 197 f. 3 = *T. bauga* Pal. fr. pl. 158 f. 3, 4. Math. p. 239 = *T. funiculosa* Math. p. 239. — Mies, Pey., Boy., Plan.

Glauconia Coquandi d'Orb. sp. Pal. fr. pl. 153 f. 1, 2. (*Glauconia* Giebel 1852, *fide* Zittel, Paléont.; *Omphalia* Zekeli 1852, non Haan; *Cassiope* Coquand 1866; *Cerithium*, *Turritella*, pars, Goldfuss, d'Orbigny). Dans les échantillons types du Plan d'Aups, les tubercules de la rangée supérieure sont plus plats, plus carrés, constituant un cordon spiral plus large que dans leurs homonymes de Gosau, d'après les figures de Zekeli et des échantillons.

Un échantillon des Martigues, à ornements atténués, rappelle *Gl. suffarcinata* (*Turritella* Goldf. pl. 174 f. 10), mais elle est plus petite que *Gl. suffarcinata* in Zekeli et *Gl. ventricosa* Zekeli. Pour la forme elle ressemble à *Gl. Kefersteini* Zekeli, mais la position des carènes n'est pas identique.

Une autre variété a les deux rangées supérieures de tubercules confluentes en larges empâtements presque sans relief. Elle a quelque analogie avec *Gl. Giebeli* Zekeli.

Glauconia conica Zek. (*Cerithium conoideum* Sow.) = *C. conicum* Goldf. pl. 174, f. 6. *Turritella Requieniana* d'Orb.

Pholadomya elliptica Münster. in Goldf. pl. 158, f. 1. = *Ph. royana* d'Orb. pl. 367, f. 1, 2. = *Ph. rostrata* Math. Cat. pl. 11, f. 6, 7. = *Ph. Elisabethæ* Mæsch. = *Ph. nodulifera* Goldf. id. Math. Rech. pal. pl. G., f. 6. — Plan.

Panopæa (Liopistha) frequens Zitt. pl. 1, f. 5; jeune? — Verd.

Tellina royana d'Orb. pl. 380, f. 9-11. — Verd.

T. fragilis d'Arch.? — Sud de Nans.

T. Stoliczkæ Zitt., pl. 2, f. 6, se rapprochant par sa forme de *T. Renauxi* Math. pl. 13, f. 11. — Sud de Nans.

Tapes (s. g. *Icanotia* Stolicz.) *elegans* Math. sp. pl. 11, f. 3 (*Solen* Math., *Psammobia* d'Orb.). D'Orbigny place ce fossile dans la Craie chloritée, d'après le Catalogue de Matheron, par suite de l'ignorance qui régnait alors sur l'âge des couches du Plan d'Aups. — Pey. Boy.

Tapes Martiniana Math. (*Venus*) pl. 16, f. 7/8. = *Tellina Venei* d'Arch.? — Mart., Belc.

Venus granum Math. pl. 15, f. 7, 8. — Mart.

Corbula truncata Sow. in Pal. fr. pl. 388, f. 12-20. Espèce lisse, excepté vers le bord palléal, valves à peu près aussi larges l'une que l'autre, la grande très relevée au bord palléal; forme plus transverse que *C. angustata* Sow. in Zittel, qui est d'ailleurs fortement striée; moins tronquée en arrière que *C. Goldfussiana* Math. pl. 13, f. 9-10; un peu moins haute, moins trigone que *C. semistriata* Depéret B. S. G. 3^e sér., t. 16, p. 566, mais pouvant d'ailleurs se rapporter à la même espèce. Largeur 11^{mm}, long. 7^{mm}. — Plan.

Crassatella orbicularis Math. pl. 13, f. 7. — Mies. Plan.

C. macrodonta Sow. in Zitt. Gos. = *C. regularis* Pal. fr. = *C. galloprovincialis* Math. pl. 13, f. 8. — Mart. Boy.

Cyprimeria discus Math. sp. (*Lucina*), Zitt. Paléont. D'Orbigny donne cette espèce sous le nom de *Arcopegia numismalis* Math. sp., mais le *Lucina numismalis* de Matheron est tout autre chose, c'est le *Limopsis calvus*. — Pey.

Circe concentrica Zittel Gosau pl. 4 f. 1. = *Lucina lenticularis* Sow. in Geinitz Kieslingswalde pl. 2 f. 4? = *V. sublenticularis* d'Arch.

Isocardia longirostris Rœm. in d'Orb. Prodr. = *J. ataxensis* Pal. fr.? — Mart.

Cardium Itierianum Math. pl. 18 f. 10, 11. — Sie. Verd. Mies. Belc. Pey. Boy. Plan.

Radiolites Coquandi Pal. fr. pl. 570, f. 5; Bayle B. S. G. 2^e sér. t. 14 p. 686, *Dipilidia unisulcata* Math. pl. 4, f. 8-9 (moule interne). — Mart. Verd. Plan, Zach.

Radiolites sinuatus d'Orb. Pal. fr. Les types de d'Orbigny viennent des couches supérieures des Martigues et les fossiles qui sont considérés par M. Arnaud, dans le « Provencien » de la Charente et de la Dordogne, par exemple dans la tranchée de St-Cirq, comme *R. sinuatus*, appartiennent à une autre espèce. Je serais plutôt disposé à rapprocher du *R. sinuatus* de la Provence certain radiolite du Santonien supérieur de Sergeac et de Touquebrune dont M. Arnaud fait un jeune *Rad. Høninghausi*. Toutefois ce dernier fossile serait peut-être encore plus obliquement aplati et un peu plus étalé que le *R. sinuatus* type de la Provence. — Mart. Zach.

Radiolites fissicostatus d'Orb. Pal. fr. pl. 575. — Boy.

Radiolites-excavatus d'Orb. Pal. fr. — Belc.

Toucasia Toucasi d'Orb. Pal. fr. ? — Boy.

Caprina Michelini Math. pl. 4 f. 6-7? Mies.

Arca tenuistriata Münster in E. Favre Lemberg pl. 12, f. 14. — Belc.

A. inæquidentata Zitt. pl. 10 f. 8. Côtes un peu plus fortes dans mon échantillon, à la partie antérieure. — Plan.

Arca alata Math. pl. 21, f. 10. — Belc. Pey. Boy.

A. marticensis Math. pl. 21, f. 13. — Mart. Boy.

Cucullæa Orbignyana Math. pl. 20, f. 1, 2. Est sans doute la même que *C. chiemensis* Gumb. in Zitt. Gos. L'aile postérieure paraît toutefois plus développée dans la forme des Martigues. — Mart. Verd. Mies. Boy. Plan.

Limopsis calvus Sow. — Zitt. Gos. pl. 9, f. 8 = *Lucina numismalis* Math. pl. 13; f. 13; un peu plus étroit dans la région des crochets que *Pectunculina complanata* Pal. fr. pl. 30, f. 5-8. — Plan.

Modiola flagellifera Forbes in Zittel pl. 12, f. 2 = *Inoceramus siliqua* Math. Cat. pl. 25 f. 6; non *Modiola siliqua* Math. — Pey. Boy.

Modiola typica Forbes in Zitt. pl. 12, f. 5 — Boy.

Mytilus anthracophilus Zitt. pl. 12, f. 8 = ? *M. subquadratus* Math. pl. 28, f. 78. L'échantillon que je rapporte à cette espèce porte des côtes fines, très nombreuses, rayonnantes. — Belc.

Avicula pulchella Math. pl. 26, f. 4, 5. — Boy.

Perna falcata Zittel pl. 12, f. 12. — Plan.

Lima ovata Nils. sp. in Pal. fr. pl. 421, f. 16, 17 = *L. marticensis* Math. pl. 29, f. 8-10. — Mart.

L. Hoperi Mant. in Sow. pl. 380.

L. semisulcata Nils. sp. pl. 9, f. 3; Pal. fr. pl. 424, f. 5-9; jeune et sans dents sur les côtes. — Belc.

L. Hørnesi Zitt. pl. 16, f. 3? — Verd. Belc. Boy.

Janira Mortonii d'Orb. Prod. p. 253 : *J. striatocostata* E. Favre Lemberg pl. 13, f. 12, 13. La *J. Genitzi*, signalée par d'Orbigny, Prod. p. 197 aux Martigues, n'est qu'un jeune de la *J. Mortonii*, dont les 4^e et 5^e côtes intermédiaires aux côtes principales ne sont pas encore développées; la côte médiane de ces intervalles est toujours plus forte que les deux latérales. Les échantillons des Martigues sont bien voisins ou mêmes identiques avec ceux de la craie brune de Ciply. Il n'y a pas de *J. substriatocostata* dans les Bouches-du-Rhône, car, dans les fossiles de cette provenance, le nombre des côtes intermédiaires est toujours impair, à l'encontre de ce qui a lieu dans *J. substriatocostata*. — Zach. Mart. Boy.

Pecten lævis Nils. pl. 9, f. 17 = *P. pulchellus* Math. non *P. pulchellus* Nils. pl. 9, f. 12. — Mart. Sie. Bet.

Ostrea plicifera Dujardin in Coq. Monogr. Ostr. pl. 36, f. 6-18 = *Exogyra midas* et *E. spinosa* Math. pl. 32, f. 4, 5 et 6, 7 = *O. Mathéroniana* Pal. fr. pl. 485 f. 4-7 (non 1-3). J'ai recueilli des échantillons identiques dans le Campanien de Talmont,

de Belvès, c'est-à-dire dans des couches occupant un niveau très élevé dans le Sénonien, puisque les couches qui recouvrent immédiatement celles-là sont mises dans le Danien par M. Arnaud et d'autres géologues.

Ostrea acutirostris Nilsson pl. 6 f. 6; Pal. fr. pl. 481, f. 1; Coq. Monogr. pl. 35 f. 8-15. = *O. galloprovincialis* Math. (figure médiocre). Les échantillons des Martigues sont moins effilés que les figures de Nilsson, la forme générale est celle des figures de la Pal. franç., mais avec une fossette ligamentaire plus large relativement à ses rebords. Un échantillon du Santonien du moulin du Greffier, au sud de Belvès, obligeamment communiqué par M. Arnaud, m'a montré un bec un peu plus grêle, un canal ligamentaire un peu moins grand, une impression musculaire moins profonde dans un test plus mince, comparativement aux échantillons des Martigues. Un échantillon du Santonien de Sarlat m'a paru assez conforme à ceux des Martigues. — Mart. Plan. Mies?

Ostrea semiplana Sow.; Coq. pl. 28 f. 12, 13. *O. flabelliformis* Nils. pl. 6, f. 4. — Mart.

O. cortex Conrad in Coq. ? — Mies. Belc. Zach.

O. caderensis Coq. pl. 56, f. 6-9. = *O. mornasensis* Héb. et Mun.-Ch. Uchaux pl. 5, f. 11. — Mart. Mies.

O. Costei Coq. pl. 26, f. 3, 4. — Mart.

O. Merceyi Coq. ? — Mart.

Terebratula albensis Leym. Mém. Soc. géol. 1^{re} sér. (1847) T. 5 pl. 15, f. 3 (*var. minor*) et Descr. Aube pl. 4, f. 8, 9. *T. subundata* Sow. pl. 15, f. 7? Le sinus frontal généralement bien marqué et moins large que dans la figure de Sowerby, quelquefois même moins que dans celle de Leymerie. — L'espèce de Leymerie doit-elle être réunie à celle de Sowerby et celle-ci à la *T. subglobosa*? Le contour de celle de Leymerie, de même que celui des formes des Martigues, est un peu en losange, tandis que la figure de Sowerby est plus orbiculaire. Le foramen des térébratules des Martigues, de l'Aube, de la *T. subundata*, est plus grand que celui de la *T. subglobosa*, dont le crochet paraît d'ailleurs un peu caréné. D'Orbigny rattache à tort la *T. albensis* Leym. à *Ter. obesa*. Davidson n'a pas commis cette erreur. La *T. Nanclasi* Coq. Mém. Soc. émul., Prov. pl. 23, f. 6-8 est peut-être une forme à crochet allongé de la même espèce. La *T. Toucasiana* d'Orb. 1847 Prodr. p. 238 Sénon. n° 961 se rapporte encore à la forme des Martigues. — Gros Mourré à l'O. des Martigues, avec *Ostrea plicifera* et *Lima ovata*.

Rhynchonella Eudesi Coq. Prov. Constant. pl. 32, f. 7-9. Les individus des Martigues atteignent une plus forte taille, plus d'épaisseur, avec des côtes plus fortes que les figures de Coquand. Le pli médian y forme aussi un avancement moins marqué, la largeur de la coquille est un peu moins grande proportionnellement. La forme du bec est bien la même. On a comparé aussi cette *Rh.* à *Rh. difformis* d'Orb., mais dans celle-ci les côtes sont plus fines et la dissymétrie est toujours très accentuée, tandis que la *Rh.* des Martigues est à peu près régulière. Certains échantillons, néanmoins, pourraient se rapporter à *Rh. claudicans* Coq. Suppl. prov. Const. pl. 2. — Mart. Brusq.

Orthopsis miliaris Cot. Exemplaire se rapprochant beaucoup, selon M. Cotteau, de l'*O. granularis*, qui n'est peut-être qu'une variété de *O. miliaris*. — Mart.

Diploctenium. — Mart. Sim.

Trochomilia subinduta Reuss. pl. 5, f. 15-16. — Plan.

Cyclotites Reussi d'Orb. Pal. fr. — Plan.

C. polymorpha d'Orb. Pal. fr. — Boy. Plan.

Cyclotites sp. — Belc.

Lacazina compressa d'Orb. sp. Prod., Mun.-Chalm. — Sie. Mart.

Idalina antiqua d'Orb. sp. Munier. — Mart.

Heterilina. — Mart.

Dentritina. — Mart.

Note sur l'Age miocène supérieur des limons à Hipparion du Mont Leberon

par M. Ch. Depéret

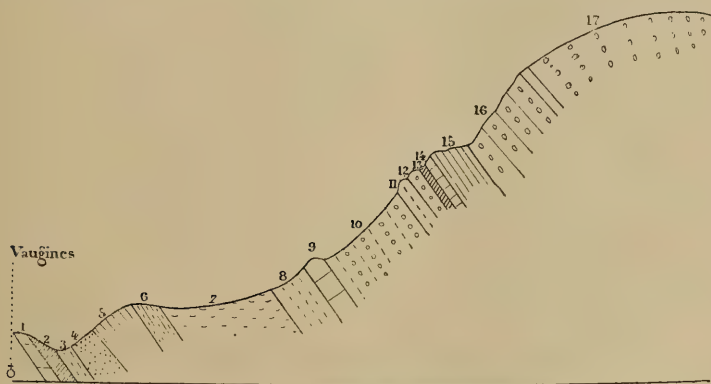
Les limons rouges à *Hipparion gracile* du Mont Leberon, si connus par les beaux travaux de M. le professeur Gaudry, ont été considérés, par ce savant paléontologiste, comme se rapportant à la fin de la période miocène. Cette opinion a prévalu en France d'une manière générale; au contraire, en Allemagne et en partie aussi en Angleterre, on tend à rattacher ces limons et ceux de Pikermi, qui sont du même âge, au Pliocène inférieur, à titre de formation continentale contemporaine du début de cette période.

M. Gaudry a déjà fait valoir (*Bull. Soc. Géol.*, 3^e s., t. I, p. 201) les raisons paléontologiques qui lui ont paru contraires à cette dernière manière de voir; les observations que j'ai eu l'occasion de faire dans ces derniers temps au Leberon, pour le service de la Carte géologique, me permettent d'apporter des preuves stratigraphiques en faveur de l'âge miocène de ces couches à ossements.

M. Deydier, notaire à Cucuron, et géologue plein de zèle pour tout ce qui touche à l'exploration de sa région si intéressante, a bien voulu me conduire auprès d'un nouveau gisement de mammifères qu'il a découvert à Vaugines, localité située à 3 kilomètres à l'ouest de Cucuron, c'est-à-dire du côté opposé aux gisements des bords du Vabre, explorés par M. Gaudry.

Voici la coupe intéressante que l'on peut observer en ce point de haut en bas.

Fig. 1. — Coupe du gisement de Vaugines.



17. Cailloutis bréchoïde puissant, à éléments locaux, souvent compacte, cimenté par du limon rouge.	80 ^a
16. Limon rouge avec lits caillouteux.	50
15. Calcaire blanc et gris, compacte : (marne ligniteuse au dessus, un peu à l'est de la coupe)	25
14. Calcaire marneux blanchâtre : <i>Melanopsis Narzolina</i> , <i>Neritina Dumortieri</i> , fragments d' <i>Helix Christoli</i>	4
13. Marne ligniteuse avec débris de coquilles terrestres et fluviatiles	2
12. Marne grisâtre avec bancs caillouteux	10
11. Limon jaunâtre passant au n° 12	3
10. Limon rouge à bancs caillouteux	80
9. Banc bréchoïde compacte, cimenté par du limon.	2
8. Limon rouge à ossements, avec intercalation de bancs caillouteux.	30
7. Limons rouges et grisâtres.	70
6. Marne sableuse tournant au limon	15
5. Marne et calcaire blanchâtre avec débris d' <i>Helix Christoli</i> , etc.	30
4. Sables grisâtres, gréseux à la base, marneux en haut : débris d' <i>Ostrea</i> , <i>Anomia</i>	19
3. Marnes de Cabrières : espèces nombreuses, mal conservées.	15
2. Calcaire sableux : <i>Venus</i> , <i>Tellina</i> , moules de gastropodes, <i>Echinolampas</i> , <i>Scutella subrotundata</i> , etc.	3
1. Calcaire compacte à <i>Cardita Jouanneti</i> , <i>Pecten scabriusculus</i> , <i>planosulcatus</i> , etc.	4

L'interprétation de cette coupe est des plus simples. A la base (Nos 1 et 2) est l'affleurement toujours en barre saillante de la mollasse à *Pecten scabriusculus* et *planosulcatus*, prolongement de la roche de Cucuron (base de l'Helvétien supérieur). Cette mollasse compacte est surmontée par les marnes de Cabrières (n° 3), avec nombreux fossiles peu déterminables en ce point. L'élément marin, c'est-à-dire l'Helvétien, prend fin avec les sables du n° 4, très pauvres en fossiles mais dans lesquels M. Deydier a recueilli des débris d'huitres et d'anomies, attestant la liaison de cette couche avec la série inférieure.

Le Miocène supérieur ou *Tortonien* constitue le reste de la coupe. Cet étage débute par une assise marneuse et grisâtre à la base, calcaire et blanche à la partie supérieure, caractérisée par l'*Helix Christoli* Math., en fragments reconnaissables à leur mode d'ornementation. La situation stratigraphique de cette assise n° 5 ne permet pas de douter qu'elle ne soit le prolongement direct des marnes et calcaires lacustres de la station classique de Ratavoux, près Cucuron, où l'*H. Christoli* est accompagné de toute une faune de mollusques saumâtres, d'eau douce et terrestres, décrite par MM. Fischer, Tournouër, Fontannes.

Au-dessus, vient une première masse de limons rouges au sein de laquelle se trouve (n° 8) le gisement de mammifères découvert par M. Deydier. J'ai pu y reconnaître : *Hipparion gracile* Kaup,

Tragoceros amatheus Roth. et Wagn., *Gazella desperdita* Gerv., *Hyæna eximia* Gaud., c'est-à-dire les espèces les plus connues de la faune du Leberon.

L'intérêt principal de la coupe réside dans la récurrence au-dessus de cette première masse de limons, d'une nouvelle assise de marnes grisâtres, ligniteuses, et de calcaires marneux (nos 12 à 15) contenant en abondance (n° 14) : *Melanopsis Narzolina* Bors., *Neritina Dumortieri* Font., *Helix Christoli* Math., espèces caractéristiques de l'horizon à *H. Christoli* de Cucuron. Cette récurrence atteste la liaison intime de l'horizon du calcaire lacustre avec les limons rouges à ossements, compris dans la coupe de Vaugines entre deux niveaux de calcaire à *H. Christoli* et *Melanopsis Narzolina*. Au-dessus, réapparaissent les limons rouges, entremêlés fréquemment de bancs caillouteux et passant en haut à des brèches puissantes, compactes, qui constituent tout le sommet du mamelon qui s'étend au pied des escarpements du Leberon.

De récentes observations de M. Deydier me permettent d'ajouter aujourd'hui que le deuxième niveau calcaire lacustre n'est pas limité à la coupe de Vaugines, mais qu'on le retrouve à l'est à la hauteur de Cucuron, où il affleure au milieu des limons rouges, sur le versant de la Pinède.

Ainsi, il résulte des différents faits exposés ci-dessus que les limons à Hipparion du Mont Leberon alternent avec les calcaires lacustres à *Helix Christoli*. Ces alternances me semblent témoigner d'oscillations du sol, avec prédominance, tantôt du régime lacustre représenté par les calcaires, tantôt de l'élément continental représenté par les limons. Cette liaison est assez intime pour que l'attribution des calcaires à *H. Christoli* au Miocène supérieur, reconnue par l'unanimité des géologues, entraîne aussi la classification des couches à ossements.

Je profiterai enfin de l'occasion de cette note pour faire connaître la découverte faite par M. Deydier, dans le calcaire lacustre de Ratavoux, près Cucuron, d'une mandibule de *Castor Jægeri* Kaup, espèce essentiellement miocène, qui n'avait pas encore été signalée dans la faune du Leberon.

M. Collot indique, de l'autre côté de la Durance, des faits stratigraphiques tendant également à marquer une liaison intime avec le Miocène sous-jacent. Près de Peyrolles, les marnes rouges alternent à plusieurs reprises avec les calcaires d'eau douce (niveau de l'*H. Christoli*). La Mollasse marine passe, d'ailleurs, d'une façon

ménagée, par sa partie supérieure, à ce calcaire. Le calcaire d'eau douce et le limon rouge qu'il supporte sont transgressifs sur le Jurassique du Pertuis de Mirabeau, qui formait un seuil sous-marin à l'époque de la Mollasse marine. Cela montre qu'il est antérieur au mouvement d'exhaussement qui s'est produit entre le Miocène et le Pliocène et au creusement corrélatif des dépressions où se déposèrent plus tard les marnes pliocènes.

Entre Aix et Venelles, la Mollasse à fossiles marins est à l'état de gravier et sable rouge, aussi bien que les couches d'eau douce qui sont au-dessus. Plus à l'est, seulement la partie inférieure d'origine marine devient grise et le calcaire (à *Helix Christoli*) vient s'intercaler entre les deux assises et marquer entr'elles une séparation.

Au pont des Rosses (Aix), le limon à *Tragoceros amaltheus* a participé au relèvement des couches miocènes et est aussi incliné qu'elles; il en est de même du limon rouge homologue du précédent, de Juneb près Lambesc. Tout concourt donc à représenter les limons rouges comme le dernier comblement de la même dépression où s'était formée la Mollasse marine.

M. Gaudry se félicite de voir son opinion sur l'âge des limons du Leberon confirmée par des observateurs aussi compétents.

M. Hébert dit qu'en France cette opinion a toujours réuni l'unanimité des géologues.

M. Pomel rappelle qu'il a été, avec Bravard, un des premiers explorateurs de Cucuron, et qu'il a toujours considéré la faune des limons rouges comme essentiellement miocène.

M. Munier-Chalmas fait observer que les *Melanopsis* présentées par M. Depéret lui semblent identiques à celles des couches à Congéries de Bollène, qui doivent aussi être rangées dans le Miocène (1).

M. Capellini se réjouit de voir ainsi appuyées les idées qu'il a toujours soutenues sur l'âge des couches à Congéries d'Italie.

(1) M. Depéret s'est depuis convaincu, par une comparaison de ces *Melanopsis* avec des spécimens recueillis par lui-même à Théziers, que l'espèce n'est pas la même et que le type des couches à Congéries (*M. Matheroni*) diffère de celui de Cucuron par une spire plus courte, moins pointue, et par sa bouche d'une forme toute différente (*Note ajoutée pendant l'impression*).

M. Depéret et M. Douvillé font des réserves sur ces dernières conclusions. M. Douvillé, notamment, rappelle que les travaux de Fontannes ont établi une distinction bien nette entre les couches à Congéries du bassin de Vienne et celles du bassin du Rhône. Il existe en Roumanie un second niveau de Congéries au-dessus des couches à Paludines, et c'est celui-là seul que Fontannes assimilait aux couches d'Italie et de Bollène.

M. Pomel ajoute que l'*Hipparion*, qui joue un grand rôle dans ces discussions sur la limite supérieure du système miocène, existe en Algérie dans le Pliocène incontestable, et même avec la faune à *Elephas meridionalis*.

M. Depéret présente un mémoire intitulé : *Les animaux pliocènes du Roussillon*. (1) Ce mémoire contient la description et les figures de plus de 30 espèces d'animaux vertébrés, dont 22 mammifères, plusieurs oiseaux, trois tortues, deux poissons et, en outre, d'une petite faunule de mollusques terrestres et fluviatiles.

Ces fossiles proviennent des limons fluvio-terrestres qui terminent le Pliocène moyen du Roussillon et surmontent les sables jaunes à *Potamides Basteroti* et *Ostrea cucullata* superposés eux-mêmes aux argiles sableuses bleues à faune plaisancienne.

Les espèces les plus intéressants de cette faune sont :

Macacus priscus Gerv. (2) Singe de la taille d'un fort Magot, différent du type actuel de l'Afrique du Nord, par la forme du talon de la dernière molaire inférieure.

Parmi les Carnassiers, un *Machairodus* de proportions grêles (*M. cultridens* Cuv.) se trouve indiqué par quelques os de la patte ; un Féliné (*F. brevirostris* Cr.) représente le groupe actuel africo-asiatique des Caracals ; une Civette (*Viverra Pepratzi*), la seule connue dans le Pliocène d'Europe, montre d'étroites affinités avec la *V. Zibetha* de l'Inde. Le genre des Renards est représenté par une forme peu différente du *Vulpes vulgaris*, mais à carnassière supérieure un peu viverroïde. Un petit Ours du groupe des *Helarctos* à prémolaires persistantes, constitue une race assez voisine de l'*Ursus arver-*

(1) Ce mémoire paraîtra dans le T. I des *Mémoires de Paléontologie de la Société Géologique*.

(2) C'est ce même singe que l'auteur a décrit plus tard, grâce à la découverte de pièces plus complètes sous le nom de *Dolichopithecus rusciniensis*. (Note ajoutée pendant l'impression).

nensis de Perrier, mais à dentition plus primitive, se rapprochant davantage des formes ancestrales du groupe des Ursidés.

Les Insectivores ne sont représentés que par un radius du genre *Talpa*.

Parmi les Rongeurs, il faut citer le Porc-épic qui n'est pas distinct de l'*Hystrix primigenia* de Pikermi, un *Castor* de faible dimension. La famille des Rats compte deux formes intéressantes, l'une, *Mus Donnezani* n. sp. forme le passage des *Criectodon* miocènes aux *Mus* actuels; l'autre, *Mus trilophiodon* n. sp. se rapproche de quelques espèces de l'Inde et de l'Afrique du Sud par sa deuxième molaire inférieure à trois lobes. Les Léporidés comprennent un *Lepus* sp. et de nombreux représentants du *Lagomys* d'Oeningen (*L. Meyeri* Tschudi).

Passant sans insister sur les *Mastodon arvernensis*, *Rhinoceros leptorhinus*, *Tapirus arvernensis*, *Sus provincialis*, espèces caractéristiques, mais bien connues, on arrive à l'*Hipparion*, représenté par une espèce (*H. crassum* Ger.) à pattes courtes et trapues. Les molaires de cette espèce pliocène sont peu différentes de celles de l'*H. gracile* et ne montrent pas de tendance à passer au Cheval; par contre, la structure de la patte montre une réduction relative des métacarpiens et des métatarsiens latéraux, qui se réfugient en arrière du doigt principal d'une manière plus accentuée que dans le type miocène et cette disposition constitue une véritable tendance de cette patte à passer à la patte du Cheval actuel.

Les Ruminants comprennent: *Gazella borbonica* du Pliocène d'Auvergne, *Cervus australis* de Montpellier, et *Palæoryx boodon*, grande Antilope à tendance bovine dans ses formes générales et dans sa dentition, et qui se rapproche des *Ægocerus* actuels de l'Afrique centrale.

Parmi les Chéloniens, je me bornerai à citer une *Emys* (*E. Gaudryi* n. sp.), ancêtre probable de l'*Emys sigriz* d'Algérie et la gigantesque *Testudo perpiniiana*, dont les proches parents vivent aujourd'hui dans l'Afrique centrale.

Il convient de faire ressortir les affinités que présente cette faune pliocène du Roussillon avec les faunes actuelles de l'Asie sud-orientale et de l'Afrique australe.

Note sur le Système oolithique inférieur du Jura méridional par M. Attale Riche.

L'objet de la présente note est l'étude sommaire, dans la moitié méridionale du Jura français, de la composition des assises figurant entre le Lias supérieur, y compris la zone de l'*Ammonites opalinus*, et à base de l'Oxfordien représentée, comme l'a signalé M. Choffat (1), tantôt par les *marnes à Amm. Renggeri*, tantôt par les *couches de Birmensdorf*. L'ensemble de ces assises correspond aux trois étages *bajocien*, *bathonien* et *callovien*. La limite nord de la région considérée est à peu près le parallèle de Lons-le-Saunier.

I. BAJOCIEN.

Dans tout le Jura méridional l'étage bajocien maintient sa composition d'une manière assez constante.

Dans le Bas-Bugey, par exemple, et particulièrement aux environs de Saint-Rambert (Ain), au-dessus du calcaire marneux à oolithes ferrugineuses terminant le Lias supérieur, on trouve une quinzaine de mètres d'un calcaire marneux bleuâtre, se délitant assez facilement. Ce calcaire est rempli de ces empreintes attribuées à des fucoides (*Cancellophycus scoparius* Thioll.) et disposées suivant le plan de stratification des couches.

J'ai rencontré ce calcaire à fucoides partout et au même niveau, avec les mêmes caractères, dans toute la région embrassée par cette étude : du nord au sud, depuis Lons-le-Saunier jusqu'à Saint-Quentin-Fallavier (Isère); de l'est à l'ouest, depuis Coligny jusqu'au Crêt de Chalam (Ain), depuis Ambérieu jusqu'à Culoz.

Les fossiles déterminables sont rares dans cette assise. On n'y recueille guère, en dehors des traces de fucoides généralement assez abondantes, que quelques bélemnites et de mauvaises empreintes, rares d'ailleurs, d'ammonites semblant se rapporter à l'*Ammonites Murchisonae* Sow.

Le calcaire à fucoides est surmonté par un calcaire à *entroques* de teintes diverses, bleuâtre, grisâtre ou marron-clair, parfois rougeâtre. Ce calcaire, finement spathique, renferme des rognons et de petits bancs de silex variables, suivant la région observée, au point de

(1) Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien dans le Jura occidental et le Jura méridional, 1878, p. 27.

vue de leur abondance, de l'épaisseur des assises qu'ils constituent et du niveau occupé par celles-ci dans l'étage. Cette absence de fixité dans le niveau des assises à silex s'oppose à ce qu'elles puissent être de quelque utilité dans la subdivision du calcaire à entroques proprement dit, sauf cependant dans une même région d'étendue restreinte.

Par places et d'une manière non moins irrégulière aussi par rapport à l'épaisseur et au niveau, les bancs du calcaire à entroques se montrent plus grossièrement spathiques par suite de la présence plus ou moins abondante de débris d'échinodermes (entroques et articles divers de crinoïdes, baguettes et piquants d'oursins, etc.) et d'autres fossiles. Ceux-ci, soit entiers, soit à l'état de fragments, le plus souvent empâtés dans la roche, se présentent dans un état de conservation qui en rend la détermination presque impossible.

Dans le Jura méridional, la formation du calcaire à entroques est généralement constituée par un calcaire dur, plus ou moins spathique, dans lequel les lits marneux délités sont rares et de faible épaisseur. Les exceptions ne semblent pas nombreuses. Aux environs de Lons-le-Saunier (1), par exemple, on trouve, à 7 mètres au-dessus de la base du calcaire à entroques, un calcaire irrégulièrement oolithique de 26 mètres d'épaisseur.

Près de Cornod (Jura), c'est au contraire la partie supérieure du calcaire à entroques proprement dit, qui, sur environ 15 mètres, est oolithique. Autour de Boyeux-Saint-Jérôme (Ain), presque toute la moitié inférieure (50^m) de la formation du calcaire à entroques est constituée par un calcaire marneux grisâtre, d'aspect terreux, se délitant facilement et nullement spathique. Aux environs de Saint-Quentin-Fallavier (Isère), le calcaire à entroques est représenté par un calcaire dur, à grain terreux assez fin, non spathique dans la partie inférieure, le devenant un peu dans la partie supérieure.

Le calcaire à entroques est surmonté presque toujours par un calcaire compacte, dur et résistant, à grain assez fin, contenant des rognons de silex et des polypiers rameux et massifs. Ce *calcaire à polypiers* offre aussi, généralement, des parties formées de calcaire blanc saccharoïde, constituées par un polypier dont la structure est

(1) La plupart de mes observations autour de Lons-le-Saunier ont été faites en compagnie de mon confrère et ami M. Abel Girardot, qui vient de faire paraître (Soc. d'Emul. du Jura, 1889) une notice géologique sur les environs de cette ville. Je tiens à le remercier des divers renseignements qu'il a bien voulu me communiquer avec le plus amical empressement.

plus ou moins effacée. L'existence de ces parties saccharoïdes dans un calcaire compacte, à ce niveau, est souvent le premier indice, parfois même le seul, se présentant dans une coupure fraîche, pour reconnaître la présence des polypiers.

Cette assise de calcaire à polypiers supporte un calcaire grisâtre, grossièrement spathique, rempli de débris d'échinodermes, particulièrement de crinoïdes, au-dessus duquel vient une seconde assise de calcaire à polypiers, semblable à la première.

La disposition du calcaire à polypiers en deux assises séparées par un calcaire à débris de crinoïdes, grossièrement spathique, très miroitant, d'un aspect spécial, est la disposition qui peut être prise pour type dans tout le Jura méridional. Elle a été signalée dans le Bas-Bugey par les géologues qui se sont occupés de cette région, Thiollière (1), MM. Falsan et Dumortier (2). Comme exemples de localités répondant d'une manière très visible au type en question, je puis indiquer Coligny, Nantua, Jujurieux, Saint-Rambert-en-Bugey, Serrières-de-Briord, etc.

Les variations, toutefois, ne sont pas rares; elles se montrent même à des distances fort rapprochées. C'est ainsi que, pour m'en tenir à un exemple pris dans les localités qui viennent d'être citées, aux environs de Jujurieux, l'épaisseur proportionnelle du calcaire spathique, par rapport à l'ensemble de la formation du calcaire à polypiers, varie de $1/2$ à près de $1/10$. L'épaisseur propre de ce calcaire spathique est très inégale. En moyenne de 15 à 20 mètres, elle descend à 8 mètres autour de Saint-Rambert, et même à 2 mètres près de Drom (Ain); par contre, elle s'élève à 50 mètres à Saint-Germain-de-Joux (Ain) et dépasse même 80 mètres dans la région de Lons-le-Saunier.

D'autres variations, d'une importance plus grande, ont trait à la constitution même et au nombre des assises à polypiers. Dans les premières on peut ranger l'épaisseur relative des deux assises. Celles-ci sont souvent égales ou à peu près; d'autres fois l'une domine indifféremment l'autre, comme à Drom (Ain), où la supérieure offre à peine le quart de l'épaisseur de l'inférieure, et à L'Abergement-de-Varey (Ain) où l'assise inférieure n'arrive pas au tiers de la supérieure.

La distribution des rognons de silex dans les assises à polypiers est non moins variable. Tantôt les rognons se montrent disséminés

(1) In Drian. Minéralogie et pétrologie des environs de Lyon, 1849, p. 489.

(2) Note sur les terrains subordonnés aux gisements de poissons et de végétaux fossiles du Bas-Bugey, 1873 : tableau.

dans toute l'assise, soit dans tous les bancs, soit de manière à donner une alternance de bancs avec et sans rognons. Cette dernière disposition se constate nettement à L'Abergement-de-Varey, sur la route de Saint-Jean-le-Vieux, au-dessous du hameau de Dalivoy; de même à l'est de Coligny, dans la partie supérieure du chemin conduisant au hameau de Vergonjeat. Tantôt les rognons de silex sont cantonnés dans une ou deux parties d'une assise à polypiers; ils peuvent alors être seuls ou associés à des polypiers. A L'Abergement-de-Varey, dans le gisement que je viens de citer, l'assise inférieure à polypiers, épaisse seulement de 5 mètres, renferme sur toute sa hauteur des polypiers astræoïdes particulièrement abondants à la partie inférieure de l'assise; des bancs avec rognons de silex alternent avec des bancs sans rognons. L'assise supérieure au contraire, épaisse de 16 mètres, débute par 2^m,50 de calcaire avec polypiers astræoïdes, au-dessus duquel vient un calcaire à rognons de silex de 10 mètres d'épaisseur; l'assise se termine par 3^m,50 de calcaire à silex avec polypiers astræoïdes pour la plupart, et rares polypiers rameux. A Nantua, l'assise supérieure renferme des polypiers sur toute sa hauteur (20^m), mais les rognons de silex ne se montrent que dans les deux tiers inférieurs.

Bien que l'existence de deux niveaux de polypiers soit la règle, il peut arriver que le nombre de ces niveaux semble plus grand par suite d'une alternance répétée d'assises à polypiers et d'assises de calcaire spathique. On voit très nettement ce fait au nord de Saint-Rambert-en-Bugey, près de Nivollet, où se constate la succession suivante, de bas en haut: calcaire à silex et polypiers, 10 à 20 mètres; calcaire spathique, 2 à 4^m; calcaire à polypiers, 6 à 22^m; calcaire spathique, 11^m; calcaire à silex et polypiers, 4 à 5^m; calcaire spathique, 10 à 15^m; calcaire à silex et polypiers, 12 à 15^m. Les deux nombres donnant l'épaisseur de ces diverses assises proviennent de deux coupes très voisines l'une de l'autre.

Par contre, l'une des deux assises normales peut faire défaut. Dans cette même localité de Saint-Rambert, sur la route d'Oncieu, il n'existe qu'un seul niveau de polypiers; l'assise de calcaire spathique manque. Près de Cuiseaux (Saône-et-Loire), le niveau supérieur est absent. Aux environs de Lons-le-Saunier, le niveau inférieur se montre à Briod et manque à Montmorot; quant au niveau supérieur, on ne le trouve généralement pas dans cette région. J'ai reconnu récemment son existence, mais rudimentaire, à Publy.

Enfin, il est des points où le calcaire à polypiers est absent.

M. l'abbé Bourgeat, dans un savant et important travail (1), formule entre autres conclusions « qu'il est aussi fréquent de voir les enclaves coralligènes faire défaut dans le Bajocien du Jura que de les y rencontrer ». Les observations que j'ai faites depuis le parallèle de Lons-le-Saunier jusqu'à la terminaison méridionale du massif du Jura, ne me paraissent pas corroborer cette assertion, au moins dans les mêmes proportions. Je suis loin cependant de chercher à opposer le moindre doute aux faits signalés par un observateur aussi habile et aussi consciencieux que l'est M. Bourgeat; mais, tout en concédant qu'au nord et un peu au sud de la région de Lons-le-Saunier le calcaire à polypiers peut être parfois absent, je ne crains pas d'affirmer que, dans la presque totalité de la région sur laquelle ont porté mes investigations, sa présence est constante. En effet, à partir d'une ligne reliant Saint-Amour à Saint-Claude, et dans la direction du sud, les affleurements nets de la partie supérieure de l'étage bajocien m'ont toujours montré le faciès coralligène. La partie méridionale du massif du Jura offre cependant une exception. Dans la région de Culoz (Ain) et du Mont-du-Chat (Savoie), le calcaire à polypiers semble faire défaut. Son absence est certaine à l'extrémité sud-ouest du massif.

Dans cette région, appartenant administrativement au département de l'Isère, mais se rattachant intimement au point de vue géologique au massif du Jura, on constate l'existence des polypiers du Bajocien supérieur jusqu'un peu au sud de Crémieu. Aux environs de Panossas, le faciès normal du calcaire à entroques ordinaire règne jusqu'au sommet du Bajocien. Plus au sud, vers Saint-Quentin-Fallavier et La Verpillière, le faciès de calcaire à entroques disparaît même; il est remplacé par un calcaire compacte, grisâtre, assez fin et d'aspect terreux, renfermant à divers niveaux des rognons et des lits irréguliers de silex. Les fossiles y semblent assez rares et, pour la plupart, plus ou moins silicifiés.

Le calcaire à polypiers se montre presque toujours au sommet même du Bajocien. Lorsqu'une assise quelconque le sépare du Bathonien, cette assise est généralement peu épaisse ou peut se rattacher à la formation du calcaire à polypiers. Ce dernier cas se réalise, par exemple, lorsque, le niveau supérieur à polypiers faisant défaut, le Bajocien se termine par un calcaire spathique que l'on peut considérer comme l'analogue du calcaire intermédiaire aux deux niveaux de polypiers, lorsque ces deux niveaux existent.

(1) Recherches sur les formations coralligènes du Jura méridional. Thèse, 1888, p. 26.

Ce dernier cas se présente aux environs de Lons-le-Saunier. Le calcaire à polypiers de Briod supporte un calcaire spathique équivalent à celui qui s'exploite dans les carrières de Saint-Maur. Ce calcaire spathique, dont l'épaisseur peut dépasser 80 mètres, termine le Bajocien dans cette région où semble manquer le niveau supérieur à polypiers. J'ai indiqué plus haut la découverte que j'ai faite de celui-ci à Publy ; ce fait me semble en faveur de l'interprétation que je viens de donner. Dans la région de Saint-Rambert-en-Bugey, l'assise supérieure à polypiers est surmontée par un banc de 1 mètre d'épaisseur d'un calcaire compacte, à grain fin, sans silex ni polypiers, pouvant sans inconvénient être rattaché à cette assise supérieure.

Les assises à polypiers se présentent tantôt en bancs plus ou moins épais, avec ou sans rognons de silex, tantôt en une masse dans laquelle le sens de la stratification n'est plus indiqué que par l'alignement des rognons de silex suivant le plan de stratification des assises supérieures et inférieures et par la surface supérieure aplanie par érosion, perforée et couverte de serpules, d'*Ostrea* de diverses grosseurs fixés à cette surface et cachant les perforations ou bien perforés eux-mêmes. Cette surface perforée se constate aussi avec les mêmes accessoires sur le banc, quel qu'il soit, terminant le Bajocien.

La disposition du calcaire à polypiers en masse à stratification plus ou moins indistincte, ne semble pas la plus fréquente. Un des points où elle m'a paru le mieux représentée, est situé dans une petite tranchée de la ligne de Bourg à Bellegarde, après la gare de Saint-Germain-de-Joux, 300 mètres environ avant le viaduc de Tacon. Dans ce gisement, l'assise inférieure à polypiers forme deux masses voisines se réunissant certainement en une seule au-dessous du niveau de la voie. Un calcaire grossièrement spathique s'étend entre ces deux masses, butant contre elles et pénétrant même irrégulièrement l'une d'elles. Ce même calcaire les surmonte sur une épaisseur d'environ 40 mètres et supporte une nouvelle assise (niveau supérieur) à polypiers.

Les fossiles principaux que l'on recueille dans les assises à polypiers sont : *Nerinea jurensis* d'Orb., *Ostrea Marshi* Sow., *Pecten Dewalquei* Opp., *Terebratula perovalis* Sow., *Rhynchonella quadriplicata* Ziet., *Isastræa Bernardi* d'Orb., *Isastræa Salinensis* Koby, *Thamnastræa mammosa* Edw. et H.

Une des meilleures stations du *Nerinea jurensis* est aux environs de Saint-Amour (Jura) et de Coligny (Ain). Vers le sommet de la

montagne s'élevant à l'est de Coligny, par exemple, sur le chemin de Vergonjeat, cet intéressant fossile pullule dans certains bancs de l'assise inférieure à polypiers. Il y est associé à une assez riche faune où dominent de nombreux petits gastropodes et sur laquelle je me propose de revenir avec détails.

Il est un autre fossile existant abondamment en certains points de la formation du calcaire à polypiers. C'est l'*Ostrea obscura* Sow., laquelle y constitue fréquemment des bancs lumachelles. Sa position est variable. Le plus souvent, au sommet du calcaire spathique intermédiaire, elle peut aussi se montrer à la base ou vers le milieu de ce calcaire, et même, en des points assez rapprochés d'une même région, occuper ces diverses positions. Parfois on la rencontre dans le calcaire à polypiers lui-même.

On sait combien, dans le Jurassique supérieur, est constante l'association des calcaires oolithiques aux calcaires à polypiers ; ici rien de semblable ne paraît se présenter. Ce rôle, dans le Bajocien, semble dévolu au calcaire miroitant, grossièrement spathique, formé, souvent dans son entier, de débris d'échinodermes, surtout de crinoïdes. On voit, en effet, dans les stations typiques du calcaire à polypiers, comme je l'ai signalé plus haut, une assise d'épaisseur très variée de calcaire miroitant intercalée entre deux assises de calcaire à polypiers ; d'autres fois on constate une alternance de bancs de calcaire miroitant et de calcaire à polypiers ; le calcaire miroitant pénètre même parfois plus ou moins profondément dans une masse de calcaire à polypiers.

L'étage bajocien, constitué comme il vient d'être dit, ne saurait cependant être divisé en trois parties (calcaire à fucoïdes, calcaire à entroques, calcaire à polypiers) parce qu'au fond le calcaire à polypiers, malgré sa fréquence, ne peut être considéré que comme un accident à la partie supérieure du calcaire à entroques : c'est le faciès coralligène du Bajocien supérieur.

II. BATHONIEN.

L'étage bathonien, dans le Jura méridional, peut, comme on le fait généralement pour les autres régions, se diviser en trois parties.

1° *Bathonien inférieur*. — La surface supérieure, généralement perforée, du Bajocien, supporte une assise calcaire, marno-calcaire ou marneuse, renfermant en quantité plus ou moins abondante l'*Ostrea acuminata* Sow. D'une épaisseur moyenne de 15 mètres, cette assise varie, en puissance, de 12 à 26 mètres, et d'une manière fort irrégulière dans la même région. Sa constitution est loin d'être

constante. Quelques exemples le montreront mieux qu'une simple énumération de caractères.

Dans les environs de Saint-Rambert-en-Bugey, l'épaisseur des couches à *Ostrea acuminata* varie entre 15 et 26 mètres. Celles-ci comprennent à la base 1 à 2 mètres de calcaire marneux très délité où abonde ce fossile; le reste de l'assise est occupé par un calcaire marneux dur sans fossiles avec quelques bancs peu épais, plus durs encore, espacés à divers niveaux et dans lesquels pullule l'*Ostrea acuminata*. La même disposition se présente aussi plus au nord, vers L'Abergement-de-Varey; mais dans la partie intermédiaire, c'est-à-dire entre Saint-Rambert et L'Abergement, la constitution est bien différente. La moitié inférieure (8^m) de l'assise est formée d'un calcaire marneux avec *Ostrea acuminata* disséminé moins abondamment qu'à Saint-Rambert; la moitié supérieure est constituée par un calcaire résistant, finement oolithique, avec lits et bancs lumachelles à *Ostrea acuminata*. A l'est de Saint-Rambert, sur le chemin de Chaley à Charabotte, la partie inférieure de l'assise est analogue mais plus épaisse; à la partie supérieure la roche n'est oolithique que sur 2 mètres.

Cet envahissement de la partie supérieure de l'assise à *Ostrea acuminata* par le faciès oolithique se montre aussi au sud de la région de Saint-Rambert, par exemple à Benonces (Ain), sur la route d'Ordonnaz. Il en est de même encore plus au sud, comme aux environs de Crémieu (Isère) et même entre Vaulx-Milieu et La Grive-Saint-Alban (Isère).

Au nord de la région de Saint-Rambert, entre Boyeux-Saint-Jérôme et Cerdon (Ain), la moitié supérieure (12^m) de l'assise est formée par un calcaire un peu spathique et se termine par deux surfaces perforées situées à 40 centimètres l'une de l'autre.

Dans la région de Nantua, le Bathonien inférieur est représenté par 15 mètres d'un calcaire très spathique, bien semblable à celui que l'on trouve plus bas, entre les deux assises du calcaire à poly-piers du Bajocien supérieur. L'*Ostrea acuminata*, de plus grande taille qu'ailleurs, y forme lumachelle sur 2 à 3 mètres à la base; il est rare dans le reste de l'assise. Au-dessus est une autre assise de même épaisseur que la précédente, dont elle diffère absolument. La présence des *Am. Parkinsoni* Sow. et *Am. Neuffensis* Opp., la rattache au Bathonien inférieur. Elle est constituée par un calcaire marneux se délitant facilement en marne et contenant en outre *Pholadomya Murchisoni* Sow., très abondant, et des moules assez mal conservés de divers autres lamellibranches.

A Champfromier (Ain), localité à l'est de la région de Nantua, on trouve 12 mètres de marnes noires avec petits bancs (0^m 20 à 0^m 30) de calcaire marneux très dur, intercalés à des distances de 0^m 50 à 2 mètres. L'*Ostrea acuminata* Sow. pullule dans la marne comme dans le calcaire ; il y est associé à quelques autres fossiles, particulièrement *Terebratula globata* Sow., *Waldheimia carinata* Lamk., *Rhynchonella concinna* Sow.. Ce gisement est certainement le meilleur de ce niveau que j'ai rencontré dans tout le Jura méridional. Au-dessus se montre un calcaire marneux, bleuâtre, renfermant quelques fossiles rappelant ceux qui viennent d'être cités dans l'assise supérieure à Nantua.

A l'ouest de ces régions, le faciès spathique de Nantua se maintient à la base de l'assise, tandis que la partie supérieure est oolithique. On peut le constater à Arnans et à Drom (Ain), où l'épaisseur est de 25 mètres. Plus au nord, c'est le faciès oolithique qui occupe toute l'assise, comme à Germagnat (Ain).

Aux environs de Saint-Claude (Jura), au contraire, le faciès marneux règne, comme à Champfromier, mais avec une épaisseur plus grande et des fossiles moins abondants.

Comme exemple d'atténuation de l'assise en question, je citerai Cuiseaux (Saône-et-Loire), où la zone de l'*Ostrea acuminata* semble réduite à un banc de marne sèche de 50 centimètres d'épaisseur avec rares *Ostrea*. Ce fait, que je tiens pour absolument exceptionnel, ne saurait influencer en rien sur les conclusions que l'on pourrait tirer des caractères de l'assise à *Ostrea acuminata*.

Dans la région de Lons-le-Saunier, la modification de l'assise porte surtout sur la faune. On trouve un calcaire marneux plus ou moins délitable, très fossilifère, particulièrement à la base, et sur une épaisseur variable suivant le point de la région considéré. L'épaisseur totale est d'environ 12 mètres. L'*Ostrea acuminata* y est tantôt abondant (Nogna), tantôt rare et même absente (Courbouzon, Pannessières). Le fossile le plus répandu est un *Pecten* de petite taille rappelant certaines variétés de jeunes du *Pecten vagans* Sow., dans lesquelles les crêtes de la valve gauche et les côtes n'apparaissent que tard. Les autres fossiles principaux auxquels il est associé sont : *Ostrea Marshi* Sow., *Pecten Dewalquei* Opp., *Homomya gibbosa* Sow.

Ces divers exemples montrent l'existence de l'*Ostrea acuminata* dans tout le Jura méridional. Il y est associé à une faune assez variable, suivant la région envisagée, tant sous le rapport de la diversité des espèces que sous celui du nombre des individus. La

composition marneuse semble dominer à l'est, tandis que, au milieu et à l'ouest, on rencontre plutôt des calcaires spathiques ou oolithiques.

2° *Bathonien moyen*. — Le Bathonien moyen est généralement représenté, dans le Jura méridional, par un calcaire oolithique. Au sud-ouest, dans la région de Crémieu (Isère), la base est assez compacte, bleuâtre ou jaunâtre, mais la plus grande partie est un calcaire oolithique blanc, crayeux. A Trept, la partie supérieure est durcie, perforée et couverte d'*Ostrea*. Au nord comme au sud de cette région le caractère crayeux disparaît peu à peu en même temps que la roche devient plus dure. Aux environs de Serrières-de-Briord (Ain), par exemple, on a un calcaire oolithique assez compact, bleuâtre, d'une épaisseur d'environ 50 mètres. Vers le tiers supérieur de l'assise se trouve un banc marneux et grumeleux, de 0^m70, renfermant de nombreux fossiles, particulièrement *Ostrea Marshi* Sow., *Terebratula globata* Sow. Plus au nord, autour de Sault-Brénaz, on trouve dans la même couche, et en grande abondance, associé aux mêmes espèces, *Rhynchonella subtetraedra* Dav., qui est rare à Serrières.

Ce niveau fossilifère ne paraît pas se continuer plus au nord, au moins sans modifications, car dans la région de Saint-Rambert-en-Bugey on trouve à sa place une faune différente où abonde l'*Acanthothyris spinosa* Schloth. La composition pétrographique se modifie aussi : le tiers supérieur de l'assise est formé d'un calcaire dur rempli de petits grumeaux bleu-foncé, devenant ferrugineux par altération. En s'avancant au nord de Saint-Rambert, le niveau fossilifère présente en assez grande quantité une variété à sinus assez marqué du *Rhynchonella plicatella* Sow.

Dans la région de Nantua, la composition de l'assise est toute différente. Le calcaire oolithique, que l'on peut suivre jusqu'à Meillonas et Arnans (Ain), est remplacé par un calcaire compact et dur, à grain terreux, à fossilles empâtés dans la roche, ne semblant pas constituer des niveaux spéciaux. A Germagnat (Ain), l'assise est représentée par des marnes et calcaire marneux avec banc fossilifère à la base; on y trouve surtout des brachiopodes parmi lesquels domine *Rhynchonella lotharingica* Haas. A Saint-Julien-sur-Suran (Jura), c'est encore un calcaire marneux qui forme cette assise. Il en est de même aux environs de Saint-Claude.

Mais, plus au nord de ces régions, le faciès oolithique reparaît. Déjà même, près de Pratz, localité assez voisine de Saint-Claude, la partie inférieure de l'assise, d'abord spathique, devient bientôt en

même temps oolithique. Ce calcaire spathique et oolithique est surmonté de plusieurs bancs où abonde l'*Acanthothyris spinosa* Schloth., puis la roche redevient spathique. Autour d'Orgelet (Jura) et de Cuiseaux (Saône-et-Loire), l'assise entière est formée d'un calcaire très oolithique, gris clair, assez dur. Dans cette dernière localité j'ai eu l'occasion d'y reconnaître des nids de polypiers astréoides.

Aux environs de Lons-le-Saunier, c'est encore un calcaire oolithique qui semble occuper toute l'assise ou à peu près. Là aussi j'ai observé des polypiers astréoides.

On voit, d'après ces exemples, que, dans le Jura méridional, le Bathonien moyen, au point de vue de sa constitution lithologique, est représenté, dans sa plus grande partie, au nord et au sud, par un calcaire oolithique seul ou associé à un calcaire finement grumeleux ou à un calcaire spathique. Entre ces deux grandes régions oolithiques en vient une autre, moins vaste, où le faciès oolithique ne s'est pas produit. La faune est loin d'être constante dans tout cet ensemble : ce sont les brachiopodes qui y dominent. Enfin, la région oolithique du nord offre en outre, bien que d'une manière rudimentaire, le faciès coralligène.

3° *Bathonien supérieur*. — La division supérieure de l'étage bathonien, dans le Jura méridional, présente, dans sa constitution, une diversité plus grande que les deux autres divisions.

Comme type dans le Bas-Bugey, je prendrai encore les environs de Saint-Rambert. On y trouve de haut en bas :

5. Calcaire marneux renfermant de nombreux corps vermiformes disposés suivant le plan de stratification des couches; surface supérieure durcie, perforée par des lithophages et couverte d'huîtres et de serpules (*Pholadomya Bellona* d'Orb.) 15"

4. Calcaire marneux dur, renfermant de petites oolithes ferrugineuses, très fossilifère, surtout dans la partie supérieure (*Ammonites aspidoides* Opp., *Amm. serri-gerus* Waag., *Amm. subbackeriæ* d'Orb., *Acanthothyris spinosa* Schloth., *Collyrites analis* Desm., *Holactypus depressus* Des., *Montlivaultia numismalis* d'Orb., etc., etc.) 1-30

3. Calcaire compacte, assez fin, formant 5 assises alternativement sans rognons de silex et avec rognons. Elles sont traversées par un polypier rameux très abondant et sont exploitées pour pierre de taille sous le nom de *Choin de Villebois* . . . 15"

2. Calcaire compacte à nombreux rognons de silex 15"

1. Calcaire marneux dont la partie supérieure renferme de nombreux oursins, particulièrement *Collyrites analis* Desm. Les espèces de ce niveau se retrouvent dans le n° 4, mais non réciproquement 1-50

Le calcaire à polypiers, n° 3 de cette coupe, forme un assez vaste îlot dans la portion sud-ouest de la partie méridionale de la chaîne du Jura. Il s'étend au nord jusqu'au parallèle de Pont-d'Ain; en largeur, il commence à la falaise bressanne et n'atteint pas le méridien

dien d'Hauteville (Ain). Il semble assez probable que, dans la vaste mer jurassique, ce récif s'étendait davantage à l'ouest et peut-être aussi au sud. Ce calcaire coralligène offre plus d'une analogie avec celui du Bajocien supérieur. Comme lui, il est disposé en bancs et quelquefois en masse sans stratification (Indrieu près Arandaz, Ain). Sa surface montre aussi des perforations.

L'existence accidentelle de ce polypier dans les bancs supérieurs du choin du Bas-Bugey, a été signalée par MM. Falsan et Dumortier (1), sans cependant que ces savants observateurs aient reconnu son importance au point de vue de l'origine même du choin.

Le polypier rameux traversant le choin de Villebois apparaît sur les cassures et les surfaces comme des traînées irrégulières, ordinairement jaunâtres et ferrugineuses, tranchant nettement sur le fond grisâtre de la roche. D'autres fois les traînées sont de même couleur que la roche, peu ou pas visibles, mais apparaissant nettement avec une teinte plus foncée, au bout d'un temps plus ou moins long, sous l'influence des agents extérieurs. A Lyon, où cette pierre est extrêmement employée et pour des usages divers (monuments funéraires, escaliers, soubassements, parapets, etc.), on a sous les yeux de nombreux exemples de ces traînées décelant l'existence du polypier rameux.

Une particularité intéressante que l'on rencontre aussi à d'autres niveaux et dans d'autres régions, est offerte par ce choin. La surface supérieure d'un certain nombre de bancs présente des irrégularités d'une configuration toute spéciale. Ce sont des sortes de petites colonnettes, de grosseur et de forme variées, dont la matière est en continuité avec celle du banc qui les supporte et auquel elles sont normales. L'intervalle qui les sépare est généralement rempli par une marne sèche. Ces colonnettes sont ordinairement désignées sous le nom de *stylolithes*. Leur rapport avec le banc qui les recouvre n'est pas toujours le même. Tantôt la surface supérieure des *stylolithes* est en continuité avec le banc supérieur comme avec l'inférieur; les deux bancs sont alors comme rivés l'un à l'autre, et si solidement, qu'une fracture, sous l'influence d'un choc, ne se produira pas avec plus de facilité suivant le plan d'insertion des *stylolithes* que suivant un sens quelconque. Tantôt le *stylolithe* reste libre à sa partie supérieure, laquelle, très irrégulière dans sa forme, demeure à une distance variable du banc supérieur, se séparant alors naturellement de l'inférieur. Parfois même, et le

(1) Terrains du Bas-Bugey, op. cit., p. 24.

fait est très fréquent dans certaines localités telles que Villebois et Serrières-de-Briord (Ain), Trept et Saint-Hilaire-de-Brens (Isère), etc., il arrive que la partie supérieure du stylolithe est recouverte par un fossile. La surface latérale du stylolithe offre alors des cannelures correspondant exactement au contour du plan de projection du fossile, celui-ci pouvant être disposé horizontalement dans l'un ou l'autre sens sur la colonnette ou incliné d'une manière quelconque. Dans les parties où le fossile possède un contour net, sans saillies ni dépressions, la surface correspondante du stylolithe, ne présente que des stries longitudinales plus ou moins fines. Dans l'intervalle séparant les stylolithes, la surface du banc est fort irrégulière; elle montre une quantité de petites aspérités très irrégulières elles-mêmes et paraissant être de minuscules stylolithes incomplètement formés ou provenant de la destruction de stylolithes préexistants.

Telles sont les diverses dispositions présentées par les stylolithes. En général il y a mélange de ces manières d'être, c'est-à-dire que l'on trouve sur la surface d'un même banc à la fois des stylolithes en continuité avec le banc supérieur et des stylolithes qui en restent indépendants. De la proportion dans le nombre de ces deux catégories dépend naturellement le degré d'adhérence des deux bancs.

Je n'entrerai pas ici dans des détails plus approfondis sur les stylolithes ni dans la question de leur origine, me réservant de le faire dans un mémoire ultérieur où, après avoir exposé les opinions émises à leur sujet, je donnerai celle qui me paraît le plus vraisemblable et que des recherches en cours me permettront de mieux préciser.

La constitution du Bathonien supérieur, telle que je l'ai donnée plus haut, en prenant pour type les environs de Saint-Rambert, offre quelques différences à mesure que l'on s'éloigne de cette région. C'est ainsi qu'aux environs de Serrières-de-Briord (Ain), la couche à oursins de la base (n° 1 de la coupe de Saint-Rambert) renferme encore, quoique moins abondamment, *Collyrites analis* Desm.; mais la différence porte surtout sur les espèces associées à celle-ci. Tandis qu'à Saint-Rambert on trouve *Pygurus Michelini* Cott., *Hybochypus gibberulus* Ag., *Holactypus depressus* Des., quelques brachiopodes, etc., à Serrières, la faune est moins abondante; il n'y a que *Stomechinus laevis* Ag. associé à *Collyrites analis*, lequel est moins nombreux que le premier. Dans la même localité, les assises correspondant aux numéros 2 et 3 de la coupe en question, sont moins épaisses et la partie exploitée comme choin est peut-être à un niveau un peu moins élevé. A Trept (Isère), cette der-

nière différence est encore plus accentuée, sans doute pour une cause toute spéciale. Sur la surface supérieure durcie, perforée et couverte de grands *Ostrea* fixés, terminant, comme on l'a vu plus haut, le Bathonien moyen oolithique, repose directement le choin exploité ; les calcaires à silex de la base n'existent pas.

Au nord de Saint-Rambert, les bancs à silex du n° 3 en renferment une moindre proportion. La différence principale réside dans les couches n° 5. Elles sont constituées par un calcaire marneux exploité sur quelques points (à l'est de Jujurieux, entre Poncieux et Cornelle ; au nord-ouest de Pont-d'Ain, près de Turgon), pour chaux hydraulique, comme l'est le calcaire de l'Oxfordien supérieur (couches d'Effingen), dans la majeure partie du Bugey (Saint-Rambert, Aranc, Tenay, Virieu-le-Grand, etc.). Ce calcaire marneux, terminant le Bathonien supérieur, finit par se déliter en marnes, sauf dans la partie supérieure qui reste dure et n'est pas exploitée pour la chaux. Son épaisseur atteint 50 mètres à Poncieux.

En se dirigeant vers le nord, on peut constater que le faciès coralligène du Bas-Bugey est remplacé par un faciès marneux. Dans la cluse de Sélignac, près Simandre-sur-Suran, par exemple, sur la route de Bourg à Nantua, on trouve, de haut en bas, la succession suivante :

4. Calcaire dur et compacte à surface supérieure perforée	0 ^m 90
3. Calcaire moins dur, semblant renfermer quelques oolithes ; peu de fossiles (bryozoaires, <i>Ostrea</i> , etc.).	1 ^m 90
2. Calcaire dur et compacte avec nombreux fossiles empâtés (spongiaires, bryozoaires, débris d'échinodermes, etc.). Le banc inférieur, épais de 30 cent., a sa surface supérieure couverte de perforations, de petits <i>Ostrea</i> et de bryozoaires	1 ^m 10
1. Calcaire marneux en bancs alternant avec des bancs de marnes ; moules de bivalves dans toute l'assise, mais surtout dans le banc supérieur (<i>Pholadomya Bellona</i> d'Orb.).	45 ^m »

A Nantua, sur la route d'Apremont, cette assise marneuse offre une épaisseur presque égale (35 à 40^m) ; elle est plus fossilifère, au moins par places. Elle repose sur un calcaire marneux, de teinte très foncée, renfermant de petites oolithes ferrugineuses et des fossiles mal conservés (*Homomya gibbosa* Sow., *Pholadomya Murchisoni* Sow., *Collyrites analis* Desm., etc.). Ce calcaire, d'une épaisseur de 1^m à 1^m50, a sa surface supérieure durcie et perforée. L'épaisse assise de marne et calcaire marneux venant au-dessus, désignée quelquefois sous le nom de *Marnes des Monts d'Ain*, renferme ces mêmes espèces et un assez grand nombre d'autres. Le

Collyrites analis y est particulièrement abondant. Il est associé à de nombreux lamellibranches malheureusement à l'état de moules assez mal conservés, parmi lesquels paraissent être *Pholadomya Bellona* d'Orb., *Anatina aegea* d'Orb., *Thracia viceliacensis* d'Orb., etc. Les fossiles se trouvent plus particulièrement nombreux à trois niveaux : vers 12 à 15 mètres de la base, vers 20 à 25 mètres de cette base et entre 2 et 5 mètres du sommet. La partie supérieure de l'assise est plus marneuse que le reste.

Cette assise marneuse, incontestablement bathonienne, supporte un calcaire d'aspect terreux, assez dur, de 15 mètres d'épaisseur, avec quelques petits rognons de silex dans la moitié inférieure ; ce calcaire semble dépourvu de fossiles, sauf quelques bryozoaires paraissant d'ailleurs assez rares. Il passe insensiblement à un calcaire oolithique compacte, épais de 8 mètres et présentant, vers le tiers supérieur, une surface perforée avec *Ostrea* de moyenne taille fixés. Ce calcaire, très résistant, est exploité pour la construction. Dans la partie supérieure, les oolithes disparaissent graduellement, en même temps que l'affluence progressive des débris de crinoïdes donne peu à peu un reflet spathique à ce calcaire. Le passage se fait ainsi d'une manière insensible à un calcaire très spathique, de 7 mètres d'épaisseur, montrant sur les surfaces exposées aux influences extérieures, des entroques, des bryozoaires, des débris d'oursins, de bivalves, etc. (*Echinobrissus clunicularis* Lihwyd). Vers le milieu de cette assise spathique est une surface perforée couverte d'*Ostrea* de grande taille ; le banc supérieur offre également une surface perforée.

Je reviendrai sur ces trois dernières assises en traitant du Callovien.

Au nord de ces régions, à Valfin-sur-Valouze (Jura), on trouve, à la sortie du village, sur la route de Montfleur, la succession suivante de haut en bas :

- | | |
|--|----------------------|
| 4. Calcaire oolithique à surface supérieure durcie et perforée | 5 ^m |
| 3. Calcaire grumeleux avec lit de marne sèche au sommet et à la base. Cette dernière renferme des fossiles (bryozoaires surtout) paraissant roulés | 4 ^m |
| 2. Calcaire compacte, finement spathique, à surface supérieure perforée . . . | 5 ^m |
| 1. Calcaire marneux délitable et marnes dures et sèches | 35 à 40 ^m |

Dans ces diverses assises, les fossiles sont empâtés ou en mauvais état et indéterminables.

En s'avancant plus au nord, on constate que le faciès marneux disparaît de la base du Bathonien supérieur et que ce sous-étage est entièrement formé de calcaires durs et compacts, spathiques, oolithiques. Cette constitution peut s'observer dans les régions de

Saint-Julien-sur-Suran, de Cuiseaux, d'Orgelet, etc. Dans cette dernière région, à Rothonay, par exemple, le Bathonien supérieur est presque entièrement constitué par un calcaire oolithique gris-clair presque blanc, à surface supérieure durcie et perforée. Quelques bancs spathiques, non oolithiques, se montrent dans la partie moyenne. Au dessus, sur 4 mètres, le calcaire est à la fois spathique et oolithique. L'assise se termine par un calcaire dur, à grain fin, de 0^m40 d'épaisseur, renfermant quelques fossiles empâtés (*Ostrea*, *Trigonia*) et à surface supérieure perforée.

Dans la partie nord-est du Jura méridional, le faciès coralligène du Bas-Bugey reparait. Ce fait intéressant se constate, par exemple, aux environs de Saint-Claude et de Prénovel (Jura), où se montre un calcaire compacte, finement spathique, traversé par un polypier rameux, rappelant le choin de Villebois (Ain), dont il a été question plus haut.

Dans la première de ces deux régions ce calcaire à polypiers peut facilement s'observer à Chaumont, au sud du village, et sur l'ancienne route de Saint-Claude à Gex, un peu avant le col du Pontet. Non loin de ce dernier point, au sommet du versant est du col, à l'ouest du hameau du Pontet, ce calcaire coralligène est exploité dans une petite carrière. Il est recouvert par une assise de calcaire marneux et de marnes renfermant *Homomya gibbosa* Sow., *Pholadomya Bellona* d'Orb., etc., d'une épaisseur de 20 à 25 mètres, que surmontent 10 à 15 mètres d'un calcaire marneux plus dur, en petits bancs.

Aux environs de Prénovel, comme on peut facilement le voir sur la route des Piards à Châtel-de-Joux, le même calcaire compacte à polypier rameux est recouvert par une assise épaisse de calcaire oolithique, spathique en même temps à la base.

Le Bathonien supérieur du Jura méridional offre ainsi à ses deux extrémités nord-est et sud-ouest, le faciès coralligène. Celui-ci, dans la région nord-est, semble moins important que dans l'autre; mais en revanche le faciès oolithique lui est abondamment associé, tandis que ce dernier faciès manque dans le Bathonien supérieur de la région sud-ouest. Ces deux régions sont séparées par une large bande où domine le faciès marneux. On remarquera que cette bande marneuse coïncide à peu près avec celle de laquelle est absent le faciès oolithique dans le Bathonien moyen.

L'existence du faciès coralligène dans le Bathonien montre que les conditions ayant permis la formation de ce faciès dans le Bajorien supérieur, se sont continuées, avec moins d'importance, il est

vrai, durant l'époque bathonienne, dans la partie méridionale du massif du Jura.

L'épaisseur totale de l'étage bathonien m'a toujours paru atteindre au moins 100 mètres et s'élever parfois à un maximum dépassant un peu 150 mètres; mais je n'ai pas pu constater que la progression suivit une marche régulière dans une direction quelconque.

III. CALLOVIEN.

L'étage callovien, dans le massif du Jura, a été comme on le sait, de la part de M. Choffat, l'objet d'un remarquable travail (1). Mes explorations dans le Jura méridional m'ayant montré divers faits intéressants qui ont échappé à ce savant observateur, j'ai lieu de croire qu'il y aura quelque intérêt à les présenter dans cette note.

Dans la région de Saint-Rambert-en-Bugey, le Callovien offre, de haut en bas, la constitution suivante :

3. Calcaire marneux dur renfermant quelques oolithes ferrugineuses. La surface supérieure, offrant des perforations souvent très profondes (0^m20), est recouverte d'une mince couche marneuse (0^m02) remplie de fossiles phosphatés et de fossiles roulés, fragmentés et parfois resoudés (*Amm. athleta* Phill., *Amm. Delettrei* Mun.-Chalm., *Amm. Jason* Rein., *Cyclocrinus macrocephalus* Quenst., etc.) (*Amm. Lamberti* Sow., *Amm. coronatus* Brug., etc., dans la couche à fossiles phosphatés). 0,30 à 0^m50

2. Alternance de calcaire marneux et de marnes dures (*Bel. hastatus* Blainv., *Amm. anceps* Rein., *Amm. punctatus* Stahl, *Amm. sulciferus* Opp., etc.) 15 à 20^m

1. Calcaire marneux rempli d'oolithes ferrugineuses (*Amm. macrocephalus* Schloth., *Amm. Herveyi* Sow., *Amm. funatus* Opp., *Terebratula dorsoplicata* Suess, *Waldheimia pala* de Buch, *Rhynchonella varians* Schloth., etc.; cette dernière formant parfois lumachelle de 0^m10 à la base). 1^m

Ces trois assises correspondent parfaitement aux trois zones classiques d'Oppel.

En s'écartant de la région de Saint-Rambert, on constate que la composition de ce Callovien typique se modifie. Un peu au sud de Cerdon (Ain), il n'y a pas encore de changement; mais à l'est de ce point, aux environs de Brénod (Ain), il n'en est plus de même.

Dans cette dernière localité, l'épaisseur totale du Callovien n'est que d'un mètre. On y retrouve cependant assez bien les trois assises précédentes. L'assise supérieure offre toujours les fossiles phosphatés; l'assise moyenne est devenue un peu oolithique; l'assise

(1) Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien dans le Jura occidental et le Jura méridional, 1878.

inférieure, également oolithique, renferme une croûte ferrugineuse irrégulière pétrie de serpules. Cette dernière assise repose sur la surface perforée d'un banc dur, surmontant une épaisse assise de marnes où se trouvent des fossiles assez mal conservés rappelant ceux des marnes des Monts d'Ain, à Nantua (*Pholadomya Bellona* d'Orb., etc.).

Plus au nord, à Nantua, les différences s'accroissent. On y trouve :

2. Calcaire rempli de grosses oolithes ferrugineuses. Les fossiles, assez nombreux, sont fortement empâtés et difficiles à extraire (*Amm. anceps* Rein., *Amm. coronatus* Brug., *Amm. punctatus* Stahl, etc.). La partie supérieure, sur une épaisseur inférieure à 5 centimètres, est moins oolithique, au moins par places, et renferme *Amm. athleta* Phill., et de nombreux exemplaires d'*Amm. Lamberti* Sow. Toute cette assise correspond aux numéros 2 et 3 de la coupe de Saint-Rambert. 0^m45

1. Calcaire avec fossiles en fort mauvais état, oolithique dans la partie supérieure qui se lie intimement à l'assise supérieure, présentant une croûte ferrugineuse irrégulière pétrie de serpules. Epaisseur très variable sur le même point 0^m03 à 0^m08

Au-dessous viennent successivement les trois assises spathique, oolithique, compacte, que j'ai signalées à propos du Bathonien supérieur de cette même localité.

A 4 kilomètres au nord de Nantua, sur la route d'Apremont, la surface supérieure, perforée et couverte de grands *Ostrea* fixés du calcaire spathique venant d'être rappelé, ne supporte plus qu'une croûte ferrugineuse irrégulière, de 2 à 3 centimètres d'épaisseur, pétrie de serpules, renfermant quelques fragments empâtés d'oolithe ferrugineuse et de calcaire spathique.

A l'ouest de la région de Nantua, dans la cluse de Sélignac, près Simandre-sur-Suran, les assises correspondantes se modifient encore. Sur la surface supérieure perforée d'un calcaire compacte, un peu oolithique, riche en bryozoaires, petits spongiaires, débris d'échinodermes, etc., on trouve une assise de 14 mètres de calcaire dur, spathique, d'aspect terreux, se délitant facilement et contenant quelques fossiles en mauvais état. J'ai pu reconnaître dans le tiers inférieur un exemplaire d'*Ammonites macrocephalus* Schloth et un d'*Amm. Herveyi* Sow., de grosse taille. L'assise se termine par un banc résistant, spathique, surmonté par un autre banc semblable, mais renfermant des fossiles fortement empâtés et à peu près indéterminables. Elle est recouverte par une croûte ferrugineuse pétrie de serpules et d'épaisseur fort irrégulière (0^m02 à 0^m10). Cette croûte supporte un calcaire marneux rempli d'oolithes ferrugineuses et renfermant en abondance *Amm. coronatus* Brug.,

associé à *Amm. anceps* Rein., *Amm. punctatus* Stahl, *Amm. Jason* Rein., etc. Cette assise est visible sur 2^m50 ; son épaisseur est sans doute un peu plus forte.

Plus à l'ouest, à Meillonas (Ain), la base du Callovien est analogue. C'est un calcaire terreux et délitable (10^m), où l'on trouve *Amm. macrocephalus* Schloth., *Amm. funatus* Opp., *Amm. microstoma* d'Orb., *Pecten vagans* Sow., *Collyrites elliptica* Desm., etc. Au dessus se montre, sur 3 mètres, un calcaire plus dur, un peu spathique, ferrugineux, devenant plus marneux dans la partie supérieure, laquelle passe à un calcaire marneux, un peu spathique, rempli d'oolithes ferrugineuses. Cette dernière assise, visible sur environ 1 mètre et sans doute plus épaisse, renferme une faune toute différente de celle de l'oolithe ferrugineuse callovienne de Sélignac, avec laquelle elle n'a de commun que la présence des oolithes ferrugineuses ; elle paraît devoir être rattachée au Callovien inférieur.

Le Callovien supérieur de Meillonas est loin de ressembler à celui de Sélignac, malgré la distance relativement faible (7^{km}.) des deux gisements. Il est formé d'un calcaire compact et résistant dans sa partie inférieure où existe un banc (0^m20) lumachelle de *Terebratula dorsoplicata* Suess, var., (*Amm. coronatus* Brug., *Amm. punctatus* Stahl). La partie supérieure plus marneuse et délitable renferme des moules aplatis d'ammonites semblant appartenir aux mêmes espèces que les précédentes.

M. Choffat mentionne l'existence du *Waldheimia digona* Sow. dans le Callovien inférieur de Meillonas (1). Bien que je n'aie pas encore rencontré dans ce gisement cette espèce à la présence de laquelle ce savant observateur attache une juste importance (2), je l'admets parfaitement. D'ailleurs, à 10^{km}. au nord-est de cette localité, à Germagnat (Ain), le *Waldheimia digona* se trouve assez abondamment à ce même niveau, comme le montre la coupe suivante :

5. Calcaire marneux non oolithique (*Amm. coronatus* Brug., *Amm. punctatus* Stahl). Cette assise dont la partie supérieure se dérobe constamment, n'est visible que sur. 0^m40

4. Calcaire marneux rempli d'oolithes ferrugineuses irrégulièrement disséminées (*Amm. anceps* Rein., *Amm. punctatus* Stahl.) 2^m

3. Marne grise dure (*Amm. macrocephalus* Schloth., *Pecten vagans* Sow. 0^m10

2. Calcaire dur, un peu spathique, ferrugineux, comme grumeleux. La partie supérieure, compacte et très dure, offre une surface perforée couverte de grandes huîtres

(1) Choffat. Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien, etc. : op. cit., p. 48 et 120.

(2) Id., p. 21.

et de serpules, et renferme des fossiles assez nombreux mais généralement en mauvais état (*Amm. funatus* Opp., *Amm. Goweri* Sow., *Rhynchonella Fischeri* Rouill., etc.) 0^m70

1. Calcaire assez semblable à la partie inférieure du n° 2, mais plus tendre et se délitant facilement ; fossiles particulièrement abondants dans un banc de la partie supérieure (*Amm. macrocephalus* Schloth., *Waldheimia digona* Sow., *Holctypus depressus* Des., de petite taille ; *Echinobrissus clunicularis* Lhwyd, etc.). 4^m

Cette dernière assise repose sur la surface perforée d'un calcaire très dur, un peu spathique, renfermant d'assez nombreux bryozoaires. Les n°s 4 et 5 paraissent correspondre à l'oolithe ferrugineuse de Sélignac (Callovien supérieur). Les n°s 1 à 3 représenteraient le Callovien inférieur.

Le *Waldheimia digona* se trouve aussi en très grande abondance et dans les mêmes conditions, à 35 kil. environ au nord-est de Germagnat, dans la région de Prénovel (Jura). La coupe que j'ai relevée entre Prénovel-les-Janiers et Les Piards, ressemble, au moins dans ses grands traits, à celle donnée par M. Choffat (1). Elle est en outre assez analogue par ses caractères lithologiques et paléontologiques à celle de Germagnat, pour me dispenser de la donner ici.

Les ressemblances rapprochant ces deux coupes éloignées sont loin de pouvoir s'appliquer aux régions intermédiaires. C'est ainsi qu'à Valfin-sur-Valouze (Jura), pour ne citer qu'un exemple, la constitution du Callovien est toute autre (2). Le Callovien supérieur (niveaux des *Amm. anceps* et *athleta*, de M. Choffat), plus épais, est formé de marnes avec calcaire marneux renfermant une faune habituelle à ces niveaux. Quant au Callovien inférieur auquel M. Choffat ne fait aucune allusion, il me paraît représenté par cette couche de 20 centimètres environ que ce savant mentionne à la base de son Callovien supérieur. C'est un calcaire marneux tantôt un peu délité, tantôt dur et alors rempli de grains irréguliers de pyrite, reposant sur la surface perforée d'un calcaire dur et oolithique. Cette couche marneuse renferme de nombreux fossiles mal conservés, au moins pour la plupart (*Pecten vagans* Sow., *Terebratula Sæmanni* Opp., *Rhynchonella Ferryi* Desl., *Holctypus depressus* Des., etc.).

Dans la région s'étendant entre Germagnat et Lons-le-Saunier, le Callovien inférieur est généralement constitué par un calcaire dur, grenu, avec grains de pyrite ou petits grumeaux d'oxyde de fer. Les

(1) Esquisse du Callovien, etc., op. cit. p. 401.

(2) Id., p. 24.

Amm. macrocephalus et *funatus* se trouvent dans la plupart des gisements, mais en petit nombre, associés à d'autres fossiles mentionnés déjà à ce niveau (*Pecten vagans* Sow., *Rhynchonella Fischeri* Rouill., *Holcotypus depressus* Des., etc.).

Le Callovien supérieur, dans la partie nord de cette dernière région, renferme des oolithes ferrugineuses; l'*Amm. anceps* s'y présente avec quelques autres ammonites de son niveau. Dans la partie méridionale on a un calcaire marneux sans oolithes et plus fossilifère. A Andelot-lès-Saint-Amour (Jura), sur le flanc ouest du vallon aboutissant à Véria, ce niveau est très fossilifère; les ammonites y sont particulièrement abondantes : *Amm. punctatus*, Stahl., *Amm. lunula*, Ziet., *Amm. coronatus*, Brug., *Amm. Jason*, Rein., *Amm. sulciferus*, Opp., *Amm. anceps*, Rein., *Amm. Greppini*, Opp., *Amm. refractus*, Rein., etc.; *Terebratula dorsoplicata*, Suess, formant un banc lumachelle.

Aux environs de Saint-Claude, la constitution du Callovien est assez spéciale. Les indications fournies sur cet étage par MM. Choffat (1) et l'abbé Bourgeat (2) ne cadrant pas complètement avec mes observations, je crois utile de donner la coupe que j'ai obtenue. Celle-ci est le produit de deux coupes relevées, l'une sur le chemin de Vaucluse, l'autre dans le ruisseau du Pontet, en amont du point où cet étage a été observé par la Société Géologique en 1885. Les marnes oxfordiennes à *Amm. Renggeri* manquant dans cette région, c'est au dessous des calcaires à spongiaires (couches de Birmensdorf), que l'on trouve la succession suivante :

4. Calcaire dur, à grain fin, semblable à celui des bancs compacts existant au dessus, mais empâtant des fragments irréguliers et arrondis de calcaire marneux à oolithes ferrugineuses, des oolithes ferrugineuses isolées et très irrégulièrement réparties, des fragments de fossiles. Surface supérieure irrégulière . . . 0,05 à 0^m50

3. Calcaire rempli d'oolithes ferrugineuses, avec fossiles rares et mal conservés (*Amm. anceps*, Rein., *Waldheimia pala*, de Buch). La partie supérieure est recouverte d'une sorte d'enduit ferrugineux compacte dans lequel les oolithes sont plus rares et lié intimement au calcaire oolithique sous-jacent. La surface supérieure de cet enduit est très irrégulière; elle présente des proéminences pénétrant dans le banc dur supérieur et des dépressions dans lesquelles celui-ci pénètre réciproquement 0,30 à 0^m65

2. Croute ferrugineuse pétrie de serpules, empâtant des fragments de fossiles et de calcaire semblable à celui venant au-dessous 0,02 à 0^m05

1. Calcaire compacte, finement spathique, en bancs alternativement résistants et délités; surface supérieure irrégulière et perforée. A 3 mètres du sommet existe une autre surface perforée, couverte de grandes huitres. Les bancs délités fournissent quelques fossiles en très mauvais état. 8 à 10^m

(1) *Esquisse du Callovien*, etc. : op. cit., p. 15 et 28.

(2) Bull. Soc. Géol., 1885, tome XIII, p. 812.

Au-dessous vient le calcaire marneux en petits bancs, cité à propos du Bathonien.

Pour les assises 3 et 4 de cette coupe, la plus petite épaisseur se trouve au Pontet; la plus grande à Vaucluse.

D'après les fossiles cités par M. Choffat, la partie supérieure de l'assise 3 de ma coupe appartiendrait au sommet du Callovien supérieur; le reste de cette assise représenterait le niveau inférieur du Callovien supérieur et le Callovien inférieur. L'assimilation faite par ce savant géologue de la majeure partie de cette oolithe ferrugineuse à celle de Saint-Rambert-en-Bugey, comme représentant le Callovien inférieur (faciès à oolithes ferrugineuses), me paraît bien difficile à admettre. On trouve, au contraire, à Saint-Claude, une très grande ressemblance avec Nantua. Je reviens donc sur le Callovien de cette dernière localité.

M. Choffat, dans l'important travail que j'ai cité, distingue, dans le Callovien inférieur, deux faciès: 1^o la dalle nacrée ou faciès à affinités bathoniennes, 2^o le faciès à oolithes ferrugineuses ou couches à *Amm. macrocephalus*.

Thurmann (1) a donné le nom de *dalle nacrée* à un calcaire en petits bancs, à reflet spathique et subnacré, empâtant des débris de fossiles généralement indéterminables, parmi lesquels des crinoïdes triturés, dont la roche est parfois entièrement pétrie, et des oolithes miliaires. Ces caractères sont susceptibles de variations. Les oolithes peuvent manquer; les fragments de fossiles sont plus ou moins gros; la roche peut même perdre plus ou moins son aspect subnacré et prendre un aspect sableux et terreux semblable à celui que présente la division inférieure avec laquelle celle de la dalle nacrée est étroitement liée par des passages insensibles. La roche, naturellement bleuâtre, offre, dans les parties superficielles des bancs, une teinte gris-jaunâtre ou rougeâtre.

La dalle nacrée n'étant pas toujours définie de même par tous les géologues, j'ai tenu à en citer une définition qui, bien qu'un peu longue, me paraît nécessaire pour indiquer les divers caractères qu'en donne Thurmann, son auteur. En ajoutant qu'il en fait la division supérieure de son étage jurassique inférieur, qu'elle repose sur ses calcaires roux sableux, représentant pour lui le Bradford-clay, et qu'elle supporte la division des Marnes oxfordiennes et Kelloway-rock, je crois avoir fidèlement reproduit, dans tout ce qu'elles ont d'essentiel, les idées de Thurmann sur la dalle nacrée.

(1) *Essai sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy*, 1832, p. 29 et 30, et note G, p. 82.

Un des meilleurs types de dalle nacrée que j'ai rencontrés à ce niveau dans le Jura méridional, est certainement celui de Nantua. Je l'ai définie à propos du Bathonien supérieur de cette région. Sauf le caractère du peu d'épaisseur des bancs, elle est entièrement conforme à celle décrite par Thurmann.

Ce n'est pas la première fois, dans le cours de cette étude, que se rencontre un calcaire spathique répondant à la définition donnée. Son apparition bien nette dans la série d'étages et dans la région embrassées par cette note, s'est faite dans le Bajocien supérieur, entre les deux niveaux à polypiers. Ce calcaire intermédiaire est une véritable dalle nacrée dans le sens lithologique de l'expression. Assez variable par la grosseur et l'abondance des débris fossiles entrant dans sa constitution, ce calcaire, comme on l'a vu plus haut, peut aussi se montrer à tous les niveaux dans le Bathonien. Les conditions nécessaires à sa formation ayant pu reparaitre, rien ne s'oppose évidemment à sa présence dans le Callovien. Mais la question se posant spécialement ici est de savoir si ce calcaire peut représenter la partie inférieure du Callovien, en d'autres termes, si la dalle nacrée typique de Nantua est l'équivalent de l'oolithe ferrugineuse à *Amm. macrocephalus* de Saint-Rambert.

La dalle nacrée de Nantua, si riche en débris fossiles plus ou moins roulés, surtout de crinoïdes, ne renferme malheureusement pas d'espèces bien conservées pouvant permettre une discussion paléontologique. Une ammonite semblant pouvoir être rapportée à l'*Amm. funatus*, l'*Echinobrissus clunicularis*, des bryozoaires assez nombreux, c'est tout ce qu'a pu me fournir jusqu'ici la dalle nacrée de Nantua. Il y a loin de là à la faune de l'assise à *Amm. macrocephalus* de Saint-Rambert.

Mais en examinant les coupes fournies par la région au nord-ouest de Nantua, celles de Ségnac et de Meillonas, par exemple, on trouve au-dessous de l'assise représentant la zone de l'*Amm. anceps*, une assise de calcaire délité dans laquelle quelques bancs à peu près intacts offrent une structure spathique plus ou moins fine, semblable à celle de certains bancs de la dalle nacrée de Nantua. Rien, non plus, dans les assises inférieures, ne semble s'opposer à l'assimilation de la dalle nacrée typique de Nantua à la dalle nacrée plus marneuse de Ségnac et de Meillonas. Ces deux dernières localités m'ont fourni, comme on l'a vu plus haut, entre autres fossiles, *Amm. macrocephalus*, *Amm. Herveyi*, *Amm. funatus*, *Pecten vagans*, *Collyrites elliptica*, espèces se retrouvant toutes dans l'oolithe ferrugineuse de Saint-Rambert. Les arguments stratigra-

phiques et paléontologiques me semblent ainsi s'accorder pour permettre le parallélisme du faciès à oolithes ferrugineuses de Saint-Rambert et du faciès de la dalle nacrée de Nantua, de Sélignac et de Meillonas.

Ce dernier faciès est de beaucoup le plus répandu dans le Jura méridional. Il faut aussi y joindre, contrairement à ce qu'ont dit MM. Choffat et l'abbé Bourgeat, la localité de Saint-Claude, où la dalle nacrée est représentée par l'assise n° 4 de la coupe donnée plus haut.

De la dalle nacrée de Meillonas il est facile de passer à celle de Germagnat (nos 1, 2, 3, de la coupe de cette localité). Le passage est encore plus facile entre Germagnat et Prénovel, et cependant M. Choffat range le Callovien inférieur de cette dernière localité dans le faciès à oolithes ferrugineuses de Saint-Rambert, tandis qu'il me paraît se rattacher sans difficulté au faciès de la dalle nacrée. La présence commune d'oolithes ferrugineuses n'est pas un argument pouvant primer les autres. De plus, un simple coup d'œil sur la liste donnée par M. Choffat (1) fait voir que parmi les fossiles importants et plus particulièrement caractéristiques cités de Prénovel, il y en a plus de communs avec Meillonas qu'avec Saint-Rambert.

Amm. macrocephalus est commun aux trois gisements; il en est de même pour *Amm. funatus* et *Pecten vagans*, que j'ai recueillis à Meillonas. Parmi les brachiopodes il en est un, le *Waldheimia digona*, auquel M. Choffat accorde avec raison une certaine importance, en raison de son caractère éminemment bathonien; il manque à Saint-Rambert, abonde à Prénovel et se rencontre à Meillonas. Je l'ai trouvé en abondance, comme je le signale plus haut, à Germagnat, localité assez voisine de Meillonas. Malgré cela, je ne vois pas de difficulté à considérer, à l'exemple de M. Choffat, la faune de Prénovel comme pouvant établir un passage entre celle de la dalle nacrée et celle de l'oolithe ferrugineuse de Saint-Rambert.

A ces localités, où la dalle nacrée, typique, marneuse ou ferrugineuse, se rattache facilement à un même type lithologique, on peut ajouter les gisements se montrant plus au nord dans la région dont s'occupe cette note. Les fossiles que l'on y rencontre et que j'ai cités plus haut justifient ce rapprochement.

La région de Saint-Rambert offre ainsi, surtout par sa faune, un faciès particulier que l'important travail de M. Choffat a justement

(1) Op. cit., p. 17.

opposé à celui de la dalle nacrée ou faciès à affinités bathoniennes. C'est après avoir su reconnaître le parallélisme de ces deux faciès dans le Jura que ce savant géologue a été naturellement conduit à rapprocher l'étage callovien plutôt du Bathonien que de l'Oxfordien, et à placer ainsi la limite inférieure du Jurassique supérieur entre le Callovien et l'Oxfordien.

Dans le Jura méridional, sur lequel ont porté mes explorations, j'ai pu constater les affinités bathoniennes de la zone de l'*Amm. macrocephalus*. Cette espèce elle-même, dans d'autres localités que le Jura, a été signalée dans le Bathonien supérieur. Lorsque cette zone est représentée par le faciès de la dalle nacrée, on y rencontre des espèces considérées à juste titre plutôt comme bathoniennes que comme calloviennes : *Rhynchonella concinna*, *Waldheimia digona*, *Echinobrissus clunicularis*, *Pecten vagans*. Cette dernière espèce se montre aussi à Saint-Rambert, où la faune offre un caractère différent. En effet, dans ce gisement, on trouve plusieurs espèces plus franchement calloviennes (*Waldheimia pala*, *Terebratula dorsoplicata*, *Ammonites anceps*) et montant plus haut dans l'étage. Je réserve pour le moment la question du *Rhynchonella varians*, espèce généralement considérée comme appartenant au Bathonien supérieur.

Quant à la zone de l'*Amm. anceps*, que sa composition lithologique soit ferrugino-oolithique ou simplement marneuse, et, dans ce dernier cas, qu'elle repose sur le faciès de la dalle nacrée ou sur le faciès ferrugino-oolithique de Saint-Rambert, sa faune est assez constante. Plusieurs espèces se rencontrent dans tous les gisements du Jura méridional (*Amm. anceps*, *Amm. punctatus*), ou presque dans tous (*Amm. coronatus*, *Amm. sulciferus*). Au point de vue des affinités avec les zones inférieure et supérieure, si l'on s'en tient seulement au nombre d'espèces communes, argument qui me paraît loin d'être à l'abri de tout reproche, on constate, en consultant les listes de M. Choffat, que, parmi les ammonites de la zone à *anceps*, celles qui sont communes à la zone à *athleta*, sont en nombre double de celles qui sont communes à la zone à *macrocephalus*. L'examen particulier de ces formes communes ne me semble pas modifier cette dernière considération. En effet, parmi les ammonites communes aux zones à *anceps* et à *athleta*, on trouve les *Amm. punctatus*, *coronatus*, *jason*, *sulciferus*, *athleta*, appartenant à des sous genres différents et accompagnées d'autres espèces plus ou moins voisines. *Amm. anceps* existe à la fois dans les zones à *macrocephalus* et à *athleta*. Parmi les formes différentes, communes aux zones à *macrocephalus* et à *anceps*, on ne trouve guère que les *Amm.*

hecticus et *curvicosta*. *Amm. macrocephalus* existe, mais rarement, dans la zone à *anceps*.

Ces faits, qu'il serait facile de développer davantage, montrent que la zone de l'*Amm. anceps* a plus d'affinité avec la zone qui lui est supérieure qu'avec la zone inférieure.

Pour la zone de l'*Amm. athleta*, dont l'épaisseur, dans le Jura méridional, est toujours si faible, ses affinités avec la zone qui lui est supérieure (Marnes à *Amm. Renggeri*), pour être moins fortes que celles qui la rapprochent de la zone à *anceps*, n'en sont pas moins réelles. A la partie supérieure de la zone à *athleta*, se trouve une très mince couche de marne à fossiles phosphatés que j'ai reconnue très nettement dans tous les gisements montrant le passage de la zone à *athleta* à la zone à *Renggeri*. Cette couche, dont M. Choffat a reconnu la constance dans toute la chaîne du Jura, m'a fourni l'*Amm. Lamberti* très abondante et associée aux *Amm. coronatus*, *ornatus*, *punctatus*, etc. Malgré sa minime épaisseur, elle aurait peut-être droit à une certaine individualisation. Elle représenterait, dans le Jura méridional, la zone de l'*Amm. Lamberti*. La zone classique qui lui est supérieure (zone à *Mariæ*) serait alors la totalité ou seulement la partie inférieure de la zone à *Renggeri*, où l'on trouve en effet l'*Amm. Mariæ*.

De ces considérations que je compte approfondir davantage dans un prochain mémoire, il me semble résulter que, dans le Jura méridional, seul en question dans cette note, une coupure serait plus rationnelle au-dessus qu'au-dessous de la zone de l'*Amm. macrocephalus*. Celle-ci, en effet, dans la plupart des cas, se rapproche beaucoup plus du Bathonien supérieur que de la zone de l'*Amm. anceps*, au point de vue paléontologique comme au point de vue lithologique. Il en est de même pour le point de vue stratigraphique, en faveur duquel militent les faits suivants que j'ai cités dans le cours de cette note. Je crois utile de les rappeler ici en terminant.

Dans la plupart des gisements où la zone de l'*Amm. macrocephalus* est représentée par le faciès à affinités bathoniennes de la dalle nacrée, on constate que sa surface supérieure perforée est recouverte d'un enduit ferrugineux constitué par une infinité de petits tubes entrelacés, de diverses grosseurs, ne pouvant être attribués qu'à des serpules. L'épaisseur de cette croûte à serpules est en moyenne de 5 centimètres. Elle supporte toujours l'assise correspondant à la zone de l'*Amm. anceps*. La présence de cette croûte sur une surface perforée dénote un certain temps d'arrêt de la sédimentation à ce niveau.

Ce fait intéressant se complique d'une érosion dans la région de

Nantua. A 4 kilomètres au nord de cette ville, sur la route d'Apremont, j'ai signalé plus haut l'absence complète de l'oolithe ferrugineuse à *Amm. anceps* et *athleta*. La surface supérieure de la dalle nacrée, perforée et couverte de grandes huîtres fixées, supporte une croûte ferrugineuse à serpules empâtant quelques fragments de dalle nacrée et d'oolithe ferrugineuse, derniers témoins d'une assise disparue.

Si l'on ne voit pas dans cette disposition la preuve d'une érosion et si l'on regarde les fragments d'oolithe ferrugineuse empâtés comme provenant d'un point plus ou moins voisin, il faudra bien admettre au moins que dans ce gisement l'oolithe ferrugineuse ne s'est pas déposée. Il n'en subsiste pas moins une véritable discordance entre la dalle nacrée et les marnes oxfordiennes à *Amm. Renggeri*. La position de celles-ci ne peut être attribuée à un éboulement postérieur à l'érosion relativement récente qui a formé le haut et étroit vallon où est situé le gisement en question, car ces marnes sont recouvertes en ce point par les calcaires à spongiaires (couches de Birmensdorf) en concordance de stratification avec la dalle nacrée.

Cette discordance par érosion, locale il est vrai, existant au-dessus de la Dalle nacrée, peut s'ajouter aux arguments que je viens de fournir, pour accentuer encore l'importance de la coupure qui me paraît s'imposer, dans le Jura méridional, entre les zones de l'*Amm. macrocephalus* et de l'*Amm. anceps*. C'est en ce point qu'il me semblerait préférable de placer, dans cette région, la limite du Jurassique inférieur et du Jurassique supérieur.

M. COLLOT fait remarquer la fréquence de la succession des faciès à polypiers et à entroques. Pour les stylolithes, il dit qu'à la partie supérieure on trouve une petite fossette remplie d'argile, mais jamais de fossiles ; le fait observé par M. Riche doit être accidentel. Il dit qu'il serait intéressant de relier les différents points où il existe des phosphates dans l'Oxfordien inférieur. Dans le Gard, le phosphate se trouve avec de la glauconie dans les couches à *Amm. cordatus*. Enfin M. Collot indique que, dans la Côte-d'Or, l'*Amm. macrocephalus* se trouve dans les bancs calcaires de la dalle nacrée, tandis que l'Oxfordien débute avec apparence de lacune par des couches à *Amm. Lamberti*.

M. MUNIER-CHALMAS attribue les stylolithes à l'inégale résistance de la pâte des bancs ; les parties les moins résistantes ont glissé et strié les autres.

M. RICHE dit que dans le Bugey, les fossiles phosphatés se trouvent entre les zones à *Amm. athleta* et *Amm. Renggeri*, et très probablement au niveau de la zone à *Amm. Lamberti*. La présence de l'*Amm. macrocephalus* dans la dalle nacrée de la Côte-d'Or, est conforme à ce que l'on constate dans le Jura méridional.

Séance du 18 Novembre 1889

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND

M. Seunes, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président fait part à la Société de la mort de M. E. ROYER.

Il proclame Membres de la Société, MM. :

CAMUSER, Licencié ès-sciences naturelles, à Mâcon, présenté par MM. Michel-Lévy et Lacroix ;

A. THIÉRY, Élève de l'École nationale des Mines, présenté par MM. Fischer et le Mesle ;

A. BONNET et H. LAMORTE, présentés par MM. de Lapparent et Stuer.

Le Président annonce ensuite une présentation.

M. Gauthier présente la *Description des Echinides recueillis par M. Thomas en Tunisie*.

M. Thomas a fait deux excursions géologiques en Tunisie, la première en 1885, la deuxième en 1886. Dans l'une comme dans l'autre, il ne s'est guère écarté des frontières algériennes de la province de Constantine, dirigeant son exploration vers le sud plutôt que vers le centre et l'est ; il s'est avancé jusqu'au-delà de Gafsa, dont les environs lui ont procuré de précieuses récoltes. Le livre que j'ai l'honneur de présenter à la Société contient la description des Échinides. Avant d'en citer la liste complète, je vais passer en revue les principales localités que notre savant confrère a explorées, et signaler les découvertes les plus intéressantes.

Les terrains étudiés par M. Thomas ne descendent pas au-dessous du Crétacé ; même les premiers horizons de cette époque ne sont pas ou sont pauvrement représentés en ce qui concerne les Échi-

nides. Nous n'avons rien du Néocomien proprement dit ; le Djebel Nouba nous a fourni l'*Heteraster oblongus* dans une couche à orbitolines ; le Djebel Oum-Ali l'*Enallaster Tissoti*, qui est un fossile albien, et, avec lui, un *Diplopodia* nouveau, *D. cherbensis*, dans les couches à trigonies.

Ce n'est réellement qu'avec le Cénomanien que s'est offerte à M. Thomas une riche faune échinitique. Nous avons retrouvé là nos principaux types algériens, avec la même abondance, les mêmes caractères, la même succession.

Le Djebel Meghila, et surtout l'entrée d'un ravin de cette montagne, le Foug El-Guelta, nous ont donné des types bien caractérisés du Cénomanien moyen : *Hemiaster Heberti*, *H. Meslei*, un *Periaster* nouveau, *P. Fischeri*, l'*Echinobrissus inflatus* ; une petite pyrine d'espèce nouvelle, *Pyrina meghilensis*, qui est turonienne, et même le *Cyphosoma Maresi*, qui indique un horizon plus élevé, car le sommet de la montagne est constitué par des couches supérieures au Cénomanien ; puis une pièce fort rare, un *Claviaster*, genre voisin des *Archiacia*, encore incomplètement connu, puisque les quatre ou cinq exemplaires qui ont été recueillis jusqu'à présent, y compris le nôtre, ne présentent que la partie supérieure de l'oursin. Ce genre si rare a une extension géographique considérable : le premier exemplaire a été apporté du Sinaï ; les autres sont du sud-ouest de la France ; le *Claviaster libycus* occupe, comme on le voit, une station intermédiaire, et porte à trois, au moins, le nombre des types spécifiques.

Le Djebel Taferma, dans le Cherb central, a produit, entre autres Échinides cénomaniens, une riche récolte d'*Archiacia*, représentant cinq espèces, dont deux nouvelles, *A. palmata*, *A. acuta* ; c'est du versant sud de cette montagne que provient également une très belle Salénie, abondante en individus et bien conservée généralement, *S. tunetana*, voisine du type algérien *S. batnensis* Peron et Gauthier, tout en s'en distinguant facilement. Le versant nord de la montagne est moins fossilifère et appartient au niveau sénonien.

Le Djebel Cehela, riche en *Echinobrissus*, en *Heterodiadema libycum*, nous a présenté un nouveau type générique, voisin des *Pygurus*, dont il se distingue par la conformation de son péristome et de ses ambulacres, le genre *Hypopygurus*. Nous avons eu le plaisir d'en dédier l'unique espèce, d'après le désir de M. Thomas, à notre savant et sympathique confrère M. Gaudry, professeur au Muséum.

La localité d'El-Aïeïcha, outre l'*Holactypus excisus*, l'*Archiacia saadensis*, l'*Heterodiadema libycum*, nous a procuré aussi une espèce nouvelle appartenant au genre *Pygopistes*, qui est voisin des

Bothriopygus et des *Catopygus*, sans pouvoir s'adapter ni à l'un ni à l'autre. Ce genre, représenté déjà par deux espèces algériennes, *P. floridus* (Coquand) Pomel, *P. Heinzi* Gauthier, s'est ainsi enrichi d'une troisième espèce en Tunisie, *P. excentricus*.

Le Djebel Dagla est habité, à des niveaux différents, par une abondante faune d'*Echinobrissus*. Le fait est assez remarquable. En Europe, à partir du Cénomanien, ce genre devient rare ; les derniers représentants en paraissent modifiés dans leur physionomie, le péristome est le plus souvent oblique, les pores s'amoindrissent et ne sont plus que rarement allongés ; il semble que c'est une forme qui va s'éteindre. Il n'en est rien ; les *Echinobrissus* ont simplement changé d'habitat ; les dépôts de craie ne s'adaptaient pas sans doute aux conditions de leur existence ; ils reparaissent au nord de l'Afrique, plus abondants encore en Tunisie qu'en Algérie ; les couches cénoniennes, turoniennes, sénoniennes, en sont remplies, et les types spécifiques, assez nombreux, mais présentant tous un air de parenté assez frappant, nous ont bien embarrassé quelquefois quand il a fallu limiter chacun d'eux.

Le Klanguet El-Oguef et le Bir Tamarouzit appartiennent à l'étage turonien, et l'on y rencontre les *Hemiaster* caractéristiques, *H. africanus*, *H. oblique-truncatus*, *Cyphosoma Baylei*. Le premier de ces gisements nous a donné un type nouveau de *Goniopygus*, *G. Peroni*, qui nous a fort intéressé, car il occupe l'intervalle resté vide entre le *G. Brossardi*, qui a vécu dans le Cénomanien de Tunisie et d'Algérie, et le *G. Durandi*, qui appartient au Sénonien inférieur. Au Bir Tamarouzit, M. Thomas a recueilli encore un type inédit de *Cyphosome*, le *Thylechinus simplex*, qui pourrait bien appartenir à des couches un peu plus élevées, car nous l'avons retrouvé au Djebel Sidi-bou-Ghanem dans les couches santoniennes.

Ce Djebel Sidi-bou-Ghanem est une bonne localité dans le Santonien : à côté du *Thylechinus* dont nous venons de parler, des *Hemiaster Fourneli*, *latigrunda*, d'un *Periaster* nouveau, *P. Charmesi*, M. Thomas y a recueilli encore deux types, très différents entre eux, mais très remarquables l'un et l'autre. C'est d'abord un grand holasterien à sillon antérieur profond, à zones ambulacraires très larges et très inégales, qui a pris place dans le genre *Pseudholaster*, et que nous avons dédié avec plaisir à M. le Mesle, un autre explorateur de la Tunisie ; puis un genre que nous avons été bien étonné de ne pas rencontrer en Algérie, le genre *Catopygus*, représenté par une espèce très renflée, gibbeuse, voisine mais distincte du *C. Ebrayanus* d'Orbigny, et que nous avons nommée *C. gibbus*.

Au Khanguet Tefel, avec la faune santonienne ordinaire, nouvelle rencontre pleine d'intérêt : le genre *Rachiosoma*, qui compte déjà trois espèces en Algérie, y est représenté par un type spécifique nouveau, *R. Peroni*. Les exemplaires sont admirablement conservés, et l'un d'eux porte encore son appareil apical complet, avec toutes les plaquettes anales. Nous en avons donné un grossissement considérable dans la planche IV.

Le Khanguet Mazouna nous a fourni l'*Echinoconus mazunensis* et l'*Hemiaster enormis*. Ce dernier est encore bien plus développé que les plus grandes espèces recueillies en Algérie. Rien, cependant, n'autorise à le séparer des autres *Hemiaster* : c'est bien le même test mince, la même granulation, les mêmes ambulacres, le même fasciole. Habitué à nos petits *Hemiaster* de la Craie, nous trouvons extravagantes les dimensions de certaines espèces africaines; mais ces grands types, à faciès libyque, comme je pourrais dire, forment le groupe le plus nombreux et le plus étendu géographiquement; on les trouve dans le Crétacé moyen et supérieur, depuis le Portugal jusqu'à l'Inde, en passant par le nord de l'Afrique, le désert de Libye, la Syrie, la Palestine. Nos petites espèces françaises du Crétacé moyen et supérieur me paraissent avoir subi, comme les *Echinobrissus* dont j'ai parlé plus haut, une véritable diminution, en taille et en nombre, dans les dépôts de craie; et ce sont elles qui sont l'exception, et non pas les types si variés et et si développés des régions que je viens de citer.

La même localité nous a offert encore le *Plesiaster Peini*. Les *Plesiaster* sont de vrais *Micraster* qui ajoutent aux caractères ordinaires de ce dernier genre la présence d'un fasciole péripétale incomplet, souvent interrompu, bien marqué à l'extrémité des pétales, ne traversant pas le sillon antérieur impair. Le *P. Peini* est le type du genre : il a, comme forme et comme détails, la plus grande ressemblance avec le *Micraster brevis* des Corbières, et, sans ce second fasciole, je ne serais pas trop opposé à leur réunion spécifique.

Un second *Plesiaster*, *P. Cotteaui*, se trouve au Djebel Gafer. Ce genre est bien certainement une transformation des *Micraster*; mais n'est-il pas curieux de voir ces derniers, dont le fasciole sous-anal est si souvent incertain ou absent en Europe, prendre en Afrique un second fasciole incomplet aussi et non moins incertain, car il n'est pas également marqué sur tous les exemplaires.

La même montagne a fourni aussi un *Echinocorys*, le seul dont nous ayons pu, jusqu'à présent, constater authentiquement la présence dans l'Afrique du nord.

Le Djebel Bou-Driès est un point que visiteront fructueusement les géologues. M. Thomas y a recueilli la plupart des espèces sénoniennes des autres gisements, entre autres le *Pseudholaster Meslei*, et un *Hemiaster* nouveau, *H. Rollandi*.

Au Djebel Aïdoudi nous atteignons le Sénonien supérieur, et l'on ne trouve plus que les couches les plus élevées de ce terrain (Campanien, Dordonien), à Chebika, Bir-Magueur, Bir-Oum-el-Djaf. C'est la région des *Linthia Payeni*, des *Heterolampas Maresi*, des *Hemipneustes Delettrei* et *africanus*, des *Echinobrissus Meslei*, etc. Le Dordonien, à Bir-Magueur et à Chebika, contient un type générique nouveau extrêmement curieux, le genre *Opisopneustes*. C'est une sorte d'*Hemipneustes* très déprimé, atteignant une grande taille, dont les zones porifères sont tellement inégales dans les ambulacres pairs que l'antérieure est presque nulle. A ce caractère se joint, à la face supérieure, la présence de gros tubercules primaires, disposés en séries verticales peu nombreuses et ornant les aires interambulacraires. Nous avons dédié la seule espèce de ce genre à notre savant confrère M. Cosson, à qui revient une si grande part dans le succès des Missions tunisiennes.

Au Guelaat-es-Snam, un petit oursin, à faciès d'*Echinoconus*, surtout à la partie inférieure, à plaques ambulacraires et interambulacraires très élevées, à pores invisibles à la face supérieure, quoique le test soit bien conservé, n'a pu entrer dans aucune des coupes génériques établies jusqu'à ce jour; nous en avons fait un genre nouveau, *Adelopneustes*.

Ce que nous connaissons des terrains tertiaires est beaucoup moins important. M. Thomas n'a visité qu'un petit nombre de localités; la plus importante est la vallée du Cherichira. Il y a trouvé l'Éocène, dont la base est formée par des terrains phosphatés, renfermant tout d'abord en très grande abondance un petit Échinide bien voisin des *Fibularia*, dont M. Pomel a fait le genre *Thagastea*; on y rencontre aussi un petit *Echinolampas*, voisin de l'*E. Crameri* de Loriol, et qui a pris le nom d'*E. Goujoni*. Un gisement analogue a été étudié en Algérie par MM. Wetterlé, Pomel et le Mesle, au Djebel Dekma, à 10 kilomètres de Souk-Ahras. Les deux espèces citées plus haut s'y trouvent aussi en grande abondance. M. Thomas a recueilli, en outre, au Cherichira, un véritable *Fibularia*, *F. Lorioli*, qui montre fort bien que ce genre, rencontré pour la première fois dans la craie de Maestricht, et qui vit encore dans les mers actuelles, est représenté dans les terrains tertiaires: c'est à tort qu'on a cru qu'il y était complètement remplacé par les *Thagastea*.

Dans les couches supérieures formées d'argiles ferrugineuses à nummulites, M. Thomas a recueilli de grands Échinolampes, *E. Perrieri*, déjà cité en Egypte, *E. cepa*; les *Euspatangus Cossoni* et *Meslei*, le *Schizaster africanus*, également rencontré en Egypte. Les couches supérieures, dans cette localité, appartiennent au Miocène qui a fourni une grande Scutelle, *S. Bleicheri*, et un *Amphiope cherichirensis*.

Il faut ajouter aux espèces éocènes un Échinide régulier, du groupe des Cyphosomes à trois paires de pores par plaque majeure, et qui diffère des *Thylechinus* par ses gros tubercules interambulacraires formant plus de deux rangées : j'en ai fait l'*Orthechinus tunetanus*.

Un autre gisement voisin, le Djebel Nasser-Allah, a fourni, dans les calcaires à *Ostrea multicostata*, une partie de la faune du Cherichira, et, en plus, un *Scutellina* distinct des espèces connues, *S. concava*.

Une localité plus méridionale, Midès, a donné le *Pliolampas tunetana*, espèce que contiennent déjà les crêtes de Chebika et du Djebel Blidji, dans une couche à pattes de *Callianassa*, signalée aussi dans le désert libyque par M. Zittel, avec les genres *Sismondia*, *Macropneustes*, *Amblypygus*, etc.

En résumé, nous avons décrit cent six espèces d'Échinides recueillis par M. Thomas. Quatre seulement sont inférieures au Cénomanien :

Heteraster oblongus d'Orbigny.
Enallaster Tissoti (Coquand) Pomel.
Epiaster cf. incisus Coquand (1).
Diplopodia cherbensis Thomas et Gauthier.

Trente-sept appartiennent à l'étage cénomanien :

Holaster sp. ?
Epiaster Bleicheri Thomas et Gauthier.
Hemirster batnensis Coquand.
 — *Chauveneti* Peron et Gauthier.
 — *Heberti* — —
 — *Meslei* — —
 — *pseudo-Fourneli* Peron et Gauthier.
Periaster Fischeri Th. et Gauth.
 — *minor* —
Claviaster libycus —

(1) Des exemplaires du même type, recueillis depuis en Algérie, nous ont montré que cette Echinide est un *Hypsaster*, qui prendra le nom d'*H. Welschi*, et que nous espérons pouvoir figurer bientôt.

- Archiacia acuta* Th. et Gauthier.
 — *palmata* —
 — *saadensis* Peron et Gauthier.
 — *sandalina* Agassiz.
 — *santonensis* d'Archiac.
Pygopistes excentricus Th. et Gauth.
Hypopygurus Gaudryi —
Echinobrissus angustior Peron et Gauthier.
 — *eddisensis* — —
 — *rotundus* — —
 — *daglensis* Th. et Gauth.
 — *inflatus* — —
Discoidea Forgemoli Coquand.
Holcotypus cenomanensis Guéranger.
 — *crassus* Cotteau.
 — *excisus* —
Cidaris daglensis Th. et Gauth.
 — *Dixonii* Cotteau.
Rhabdocidaris angulata Peron et Gauthier.
Salenia tunetana Th. et Gauth.
Heterodiadema libycum Cotteau.
Diplopodia Deshayesi —
 — *marticensis* —
 — *semamensis* Th. et Gauth.
Orthopsis miliaris Cotteau.
Goniopygus Brossardi Cotteau.
Micropedina olisiponensis (Forbes) de Loriol.

Neuf espèces, dont une déjà citée, sont turoniennes :

- Hemiaster africanus* Coquand.
 — *consobrinus* Peron et Gauthier.
 — *oblique-truncatus* Peron et Gauthier.
Echinobrissus daglensis Th. et Gauthier,
Pyrina meghilensis Th. et Gauth.
Holcotypus turonensis Desor,
 — *Jullienti* Peron et Gauthier.
Cyphosoma Baylei Cotteau.
Goniopygus Peroni Th. et Gauth.

Quarante-six espèces, dont deux citées plus haut, appartiennent au Sénonien :

- Hemipneustes africanus* Deshayes.
 — *Delettrei* Coquand.
Opisopneustes Cossoni Th. et Gauth.
Pseudholaster Meslei Th. et Gauth.
Echinocorys Lamberti —
Hemiaster asperatus Peron et Gauthier.
 — *bibansensis* —
 — *latigrunda* —
 — *Fourneli* Deshayes.

- Hemiaster Auberti* Th. et Gauth.
 — *enormis* —
 — *Rollandi* —
Periaster Charmesi —
Linthia Payeni Peron et Gauthier.
Plesiaster Cotteaui Th. et Gauth.
 — *Peini* (Coquand) Pomel.
Heterolampas Maresi Cotteau.
Echinobrissus djelfensis Gauthier.
 — *pseudominimus* Peron et Gauthier.
 — *Meslei* —
 — *Julieni* Coquand.
 — *sitifensis* —
 — *rimula* Th. et Gauth.
Catopygus gibbus —
Parapygus cassiduloides Th. et Gauth.
Cassidulus linguiformis Peron et Gauthier.
Pyrina Bleicheri Th. et Gauth.
Adelopneustes Lamberti Th. et Gauth.
Echinoconus marginalis Thomas et Gauthier.
 — *mazunensis* —
Holactypus serialis Deshayes.
 — *turonensis* Desor.
 — *corona* Th. et Gauth.
Cidaris subvesiculosa d'Orbigny.
Salenia scutigera Gray.
 — *driesensis* Th. et Gauth.
Thylechinus Ioudi (Peron et Gauthier) Pomel.
 — *simplex* Th. et Gauth.
Rachiosoma Peroni —
Cyphosoma Maresi Cotteau.
 — *Aidoudi* Th. et Gauth.
 — *colliciare* —
 — *Sancti-Arromani* Th. et Gauth.
Orthopsis miliaris Cotteau.
Goniopygus royanus d'Archiac.
Codiopsis Elissæ Th. et Gauth.

Deux parmi ces espèces, *Holactypus turonensis* et *Orthopsis miliaris*, ont déjà été citées à un niveau inférieur.

Onze espèces ont été recueillies dans l'Éocène :

- Euspatangus Cossoni* Th. et Gauth.
 — *Meslei* —
Schizaster africanus de Loriol.
Echinolampas cepa Th. et Gauth.
 — *Goujoni* Pomel.
 — *Perrieri* de Loriol.

Pliolampas tunetana Th. et Gauth.

Thagastea Wetterlei Pomel.

Fibularia Lorioli Th. et Gauth.

Scutellina concava —

Orthechinus tunetanus —

Deux espèces proviennent du Miocène :

Scutella Bleicheri Th. et Gauth.

Amphiope cherichirensis —

Au total, quarante-huit genres, dont quatre nouveaux, et cent six espèces, dont cinquante inconnues avant notre travail. Les cinquante-six autres se répartissent ainsi :

Quarante-huit ont été rencontrées en Algérie, et parmi elles onze se trouvent aussi en Europe ;

Six ont été rencontrées en Europe, non en Algérie ;

Deux existent en Egypte.

M. de Lapparent présente la note suivante :

Géologie de l'Inde Française,

par M. H. Léveillé.

Si la terre des Aryas est riche en minéraux précieux, si elle offre au géologue d'intéressants sujets d'étude, nous pouvons nous demander à bon droit si nos colonies, bien exiguës, mais restes d'un glorieux passé, participent en quelque façon aux richesses géologiques que nous présente la Péninsule du Gange dont elles font partie. Il semblerait, en effet, au premier abord, que le peu d'étendue de nos possessions et leur situation non loin des fleuves dût simplifier extrêmement l'étude de la Géologie de nos établissements français dans l'Inde. En un mot, si le terrain était un terrain d'alluvion, la Géologie de l'Inde Française tiendrait en moins d'une page. Heureusement, sur nos cinq établissements, deux du moins présentent un sérieux intérêt géologique et nous font saisir sur le vif la constitution d'une bonne partie du territoire britannique. A Pondichéry, en effet, il nous sera donné d'étudier successivement les formations secondaires et tertiaires, traversées sur la limite du territoire par un affleurement de granite, et les terrains d'alluvion. A Mahé, nous trouverons une formation post-tertiaire du plus haut intérêt, je

veux parler de la latérite, roche dont l'origine et l'ancienneté offrent un sujet de nombreux et peu concluants débats.

Nous commencerons cette étude par le chef-lieu de nos établissements, l'antique cité de Pondichéry; nous traiterons ensuite de Mahé, puis de Karikal, Yanaon et Chandernagor. Nous suivrons ainsi l'ordre d'importance au point de vue de la Géologie. Quant aux loges que nous possédons dans l'Inde, points isolés et de peu d'importance, nous les passerons sous silence. Disons toutefois que la plupart d'entre elles, situées au bord de la mer, nous paraissent reposer sur un terrain d'alluvion marine. Telle est, par exemple, celle de Calicut, la seule qu'il nous ait été donné d'explorer.

I. — ÉTABLISSEMENT DE PONDICHÉRY.

La ville de Pondichéry est bâtie sur un terrain d'alluvion. Ce terrain est entouré d'une ceinture de collines, dites Montagnes-Rouges et connues par les géologues sous la dénomination de grès de Goudelour. Au-dessous des grès de Goudelour se trouve le terrain secondaire ou crétacé de Valdaour et de Sedrapet. Vers l'ouest les assises crétacées reposent sur le gneiss ou terrain primitif, si répandu dans l'Inde; vers l'est elles s'inclinent et sont recouvertes par les assises tertiaires des grès de Goudelour et par le terrain d'alluvion marine. Ça et là on rencontre quelques affleurements de granite. Dans l'étude des différents terrains entre lesquels se répartissent les diverses couches du sol de notre possession Pondichérienne, nous nous conformerons à l'ordre suivant : premièrement nous étudierons les assises secondaires; secondement, les formations tertiaires, y compris l'affleurement de granite de Tirouvicaré; troisièmement, les terrains d'alluvion.

ÉPOQUE SECONDAIRE

ASSISES CRÉTACÉES

Au pied des collines formées par les grès de Goudelour, à Sedrapet et à Valdaour, on aperçoit les affleurements d'un banc rocheux du terrain crétacé, formé par un conglomérat de calcaire jaune et grisâtre contenant des fossiles. Certains de ces fossiles, entre autres l'*Ostrea carinata*, avaient fait rapporter ce terrain, par plusieurs géologues, au Néocomien. On a reconnu depuis lors que ces fossiles appartenaient également au Turonien. Ce banc de calcaire présente à la fois du calcaire grossier et des lumachelles très

dures, susceptibles d'un poli aussi brillant que celui du marbre. Il appartient, ainsi que toutes les autres formations crétacées de l'Inde, aux assises moyennes et supérieures, et fait partie de la plus importante, qui se trouve effectivement dans le voisinage de Pondichéry et de Trichinopoly. Cette assise ne remonte pas à une époque plus ancienne que le Cénomanién et peut être classée entre ce dernier et le Danién. On en rencontre une autre à Verdachellam. Les assises crétacées sont, en effet, partagées en trois lambeaux, ou plutôt trois régions, par les alluvions du Ponnéar et de la rivière de Vellore (région de Trichinopoly, qui est la principale, région de Pondichéry, région de Verdachellam).

Les assises crétacées occupent donc dans l'Inde méridionale une vaste plaine qui s'étend le long de la côte de Coromandel, depuis le Godavery au nord jusqu'au cap Comorin.

A Valdaour, à environ dix milles au nord-ouest de Pondichéry, l'assise crétacée occupe une petite portion de pays de douze milles de long, du nord-est au sud-ouest, sur six milles de large. Elle est séparée de la mer par une bande du grès de Goudelour large de trois à quatre milles. A l'ouest est une bande plus étroite du grès de Goudelour, au-delà de laquelle on rencontre le gneiss. Près de Pondichéry, les roches sont moins visibles, les dépressions moins faciles à saisir, mais il est à supposer que la même inclinaison existe ; cependant la direction est plutôt méridionale, avec tendance vers l'est, que franchement orientale.

La Géologie de MM. Medlicott et Blanford (1), à laquelle nous avons fait quelques emprunts et qui nous a servi à contrôler le résultat de nos observations personnelles, rapporte à trois types principaux les différentes assises crétacées. Ce sont les types d'Arialur, de Trichinopoly et d'Utatur. Ces noms sont tirés de trois localités différentes dans lesquelles chaque type est bien caractérisé. Arialur est une ville située à vingt-quatre milles au nord-est de Trichinopoly. Cette dernière ville est bien connue. Utatur est un grand village à vingt milles de Trichinopoly, dans la direction nord.

Le type d'Arialur correspond au Sénonien, celui de Trichinopoly au Turonien et celui d'Utatur au Cénomanién. Nous en ajouterons un quatrième : celui de Ninnyur, correspondant au Danién, et qui comprendrait la couche fossilifère supérieure du type d'Arialur à *Nautilus Danicus*, le seul qu'on y ait recueilli, bien que les fossiles de ces deux derniers types semblent se rencontrer mêlés à Pondichéry.

(1) *Geology of India*, Calcutta, 1879.

Les assises du territoire français de Valdaour consistent, comme les stratifications d'Utatur (Cénomanién), en dépôts argileux, sables divers avec des lits accidentels de pierre à chaux et de nodules de calcaire concrétionné. Les conglomérats se rencontrent çà et là accidentellement dans les couches les plus inférieures ; mais la couche la plus caractéristique est composée de pierre à chaux compacte d'un gris sombre, en larges nodules souvent très fossilifères. L'aire occupée à Valdaour par les assises du Cénomanién s'étend de Valdaour à neuf milles au nord-est sur une largeur de quatre milles. On ne voit point les assises reposer sur une plus ancienne formation ; au nord et au sud, le pays est couvert d'alluvions. Vers l'est les assises du type d'Utatur (Cénomanién) disparaissent sous celles du groupe d'Arialur (Sénonien), et vers l'ouest sous les grès de Goudelour que l'on rencontre à Tirouvicaré. Dans cette dernière direction les couches paraissent plus profondes et on remarque une inclinaison vers l'est.

Les assises d'Arialur (Sénonien) et de Trichinopoly (Turonien) diffèrent de celles d'Utatur (Cénomanién) en ce qu'on y rencontre en quantité considérable des cailloux de granite mêlés au gravier et aux conglomérats. La proximité des affleurements de granite explique leur présence. A Trichinopoly la stratification est discordante, on y trouve des bois fossiles que MM. Medlicott et Blanford déclarent exogènes et rapportent à des Cycadées. Les mêmes géologues donnent aux assises d'Utatur et à celles de Trichinopoly une puissance d'environ 300 mètres. La direction des couches à Trichinopoly est sud-sud-ouest à nord-nord-est. Les récifs de corail que l'on rencontre parfois dans les assises crétacées se rattachent aux assises du Cénomanién. Les assises d'Arialur (Sénonien) sont plus sablonneuses et mieux stratifiées. Elles sont représentées à Pondichéry principalement par des sables, des argiles sablonneuses, et par des couches de calcaires arénacés ou de grès divers, quel'on rencontre à la base du groupe. Les strates semblent s'amincir et diminuer vers le nord. On ignore si la zone fossilifère supérieure (Danien) s'étend dans cette direction : toutefois on rencontre abondamment près de Pondichéry le *Nautilus Danicus*. On n'a point jusqu'ici, disent les géologues anglais cités plus haut, trouvé moyen de déterminer pratiquement s'il existe près de Pondichéry une zone distincte supérieure ou si les représentants de la faune supérieure se rencontrent dans des couches d'un niveau inférieur à celles dans lesquelles on trouve près d'Arialur les mêmes espèces. Pour nous, quoiqu'il y ait en effet quelque obscurité concernant les relations des couches du type d'Arialur avec les autres types, étant donné qu'une étude

plus approfondie de la question permettra de trancher la difficulté qu'il y a à distinguer nettement le Danien du Sénonien, nous admettons dès maintenant l'existence du Danien près de Pondichéry. Sans doute à première vue on dirait qu'il y a passage de l'un à l'autre de ces deux types : il y a, en effet, identité de composition minérale et on y rencontre les mêmes fossiles. Mais sans nier la possibilité de ce passage, nous ferons remarquer que l'abondance des dépôts superficiels a empêché jusqu'ici une observation sérieuse et complète.

Les assises d'Arialur (Sénonien) se rencontrent encore à Verdachellam sur une longueur de seize milles et une largeur de cinq. On les rencontre encore à Pondichéry à l'ouest de la ville, courant du sud-ouest au nord-est avec une superficie d'environ vingt milles carrés, à dix milles au nord de Pondichéry, près de la côte, occupant un très petit espace. Enfin un dernier lambeau plus minime est situé à trois milles encore plus au Nord. Le Sénonien bien caractérisé se trouve à Pondichéry. Entre les deux couches fossilifères, c'est-à-dire entre le Sénonien et le Danien, on rencontre une épaisse couche de sables avec un petit nombre de fossiles déterminables.

Les assises d'Arialur sont inclinées vers le nord-est. Leur épaisseur paraît être à peu près la même que celle des assises d'Utatur et de Trichinopoly, du moins près de cette dernière ville. Près de Pondichéry, suivant la juste remarque des géologues anglais, elles sont trop peu visibles pour que l'on puisse tenter avec succès d'en mesurer la puissance. Comme celle des autres groupes, les assises d'Arialur semblent diminuer d'épaisseur et d'importance en allant vers le nord. Près de Pondichéry, elles sont déposées à l'ouest sur les assises de Valdaour qui représentent le Cénomaniens et vers l'est on ne voit point les couches sur lesquelles elles reposent, les grès de Goudelour les recouvrant complètement. Il en est de même dans les régions de Trichinopoly et de Verdachellam. Là les assises d'Arialur disparaissent vers l'est sous les grès de Goudelour et ces derniers sont recouverts par les dépôts d'alluvion dans les vallées du Ponnéar et de la rivière de Vellore, qui séparent les trois régions, ainsi qu'au nord de la région de Pondichéry.

ÉPOQUE TERTIAIRE

GRÈS DE GOUDELOUR

Les grès de Goudelour qui forment, nous l'avons dit, une ceinture

qui enserre le terrain d'alluvion de Pondichéry, sont, tant dans l'Inde française que dans l'Inde anglaise, les représentants de l'époque tertiaire. Cette formation a reçu la dénomination de grès de Goudelour (Caddalore) parce qu'elle est bien développée dans le voisinage de la ville de ce nom, qui est située à quinze milles de Pondichéry. Elle s'étend le long de la côte orientale de la péninsule hindoustannique, depuis Rajamahendri jusqu'aux environs de Tanjore et probablement plus loin au sud. Cette formation, qui consiste principalement en grès et graviers, est recouverte parfois par la latérite qui forme une sorte de talus sur le bord de l'alluvion côtière.

La plus grande partie du groupe de grès de Goudelour, partout où on le rencontre, consiste en couches de gravier et de sable, couches quelquefois très ferrugineuses et colorées de teintes variées de couleur jaune, brune, rouge ou pourpre, quelquefois blanches ou de couleur pâle et très souvent bigarrées. Dans quelques cas la roche est argileuse et accidentellement la stratification est croisée. Les assises sont molles, à texture lâche, mal consolidées et rarement assez compactes pour fournir des pierres de construction. On y rencontre des bancs de conglomérats. Les assises de grès se dirigent vers la mer et sont assez régulièrement recouvertes par une couche plus ou moins épaisse de latérite. Nous nous occuperons plus spécialement de cette dernière roche, dont l'origine semble post-tertiaire, lorsque nous traiterons du sol de Mahé. A l'ouest, le grès de Goudelour repose indifféremment sur des roches de différents âges : métamorphiques, jurassiques ou crétacées. Les assises Goudelouriennes sont souvent terminées dans cette direction par un escarpement peu élevé. A l'est, où nous les avons vues recouvertes par la latérite, elles disparaissent çà et là avec leur calotte de latérite sous le terrain d'alluvion de la côte ; mais vers le sud elles se terminent aussi souvent par de petites falaises. Leur gisement est plusieurs fois interrompu par de larges alluvions d'eau douce. Parfois les assises de grès font défaut, tandis que dans d'autres parties de la contrée elles forment une vaste région qui s'élève au-dessus du niveau général. Cette région est alors ordinairement sablonneuse et infertile et, par exception (à Goudelour, par exemple), large de vingt-cinq milles de l'est à l'ouest.

Ainsi que nous l'avons dit, ces assises de grès de Goudelour occupent une large portion de la côte orientale. Leur extension la plus septentrionale connue est entre Vizagapatam et Rajamahendri. Au sud de Tanjore ces assises n'ont point été signalées, mais on ne peut guère douter qu'elles ne s'étendent jusque vers le cap Comorin. A cause du petit nombre de coupures ou de tranchées et de la latérite

qui les recouvre, on ne peut guère estimer leur puissance. Pour nous, nous l'estimons à soixante mètres environ en moyenne. On a trouvé vers l'ouest de 25 à 30 mètres pour l'escarpement dont nous avons parlé. Les assises de grès sont ininterrompues ordinairement et ne présentent que peu de failles : elles ont toute l'apparence d'une formation relativement récente.

Les seuls fossiles rencontrés dans le grès de Goudelour sont des bois fossiles silicifiés de couleurs variées. MM. Medlicott et Blanford les qualifient d'exogènes. Pour nous, nous ne saurions nous ranger à cet avis et nous croyons reconnaître dans ces bois des troncs de Tamarinier (*Tamarindus indica*), arbre abondant dans le pays. Quoi qu'il en soit, ce bois silicifié est spécialement abondant à Tirouvicaré, à 14 milles environ au nord-ouest de Pondichéry, limite de notre possession. Aussi, certains géologues ont-ils donné le nom de graviers de Tirouvicaré au développement du grès Goudelourien dans cette localité. Les troncs d'arbres rencontrés dans cet endroit sont de grande taille, on en a trouvé un de cent pieds de long. Les troncs de quinze à vingt pieds de long et d'un mètre à un mètre cinquante de circonférence ne sont pas rares. On les trouve couchés, ensevelis dans un gravier ferrugineux. Comment expliquer leur silicification ? Etant donnée la présence de roches éruptives dans le voisinage immédiat du gisement des fossiles et de sortes de cheminées en voie de disparition, je serais tenté de croire à l'action d'anciennes sources incrustantes, sortes de geysers qui auraient amené la décomposition du silicate par la substance ligneuse. Cette substitution de silice à la matière organique s'est faite sans aucun doute après coup, c'est-à-dire après l'enfouissement des arbres dans le gravier. Les pluies, par la dénudation qu'elles produisent, mettent au jour ces troncs que l'on rencontre tous couchés horizontalement et dont on peut admirer la délicatesse de tissus.

L'âge et le mode d'origine des grès de Goudelour sont obscurs. Ils recouvrent les assises crétacées de la façon la plus irrégulière ; par exemple, à Pondichéry, où, près de la ville elle-même, ils forment le plateau connu sous le nom de Collines Rouges, ils reposent sur les assises du Sénonien. Six milles plus loin, à l'ouest de la ceinture des roches crétacées, les grès de Goudelour reposent près de Tirouvicaré sur le Cénomanién, pendant que, peu de milles encore plus à l'ouest, après avoir recouvert entièrement les couches crétacées, ils finissent par reposer directement sur le gneiss. D'après la géologie de MM. Medlicott et Blanford, près de Rajamahendri, le grès de Goudelour repose semblablement sur les trapps du Décan, sur les roches jurassiques et sur le gneiss. « Aussi peut-on sûre

ment conclure, disent ces auteurs, que les grès de Goudelour appartiennent à l'âge tertiaire; mais il est impossible de leur assigner une place définitive dans la série tertiaire. »

L'origine de ces roches est aussi obscure que leur âge. Leur situation conduit à leur assigner une origine marine. Il suffit, en effet, de supposer ce qu'a dû être le pays, moins élevé, quoique le contour des côtes pût rester le même. Mais l'absence complète, dans l'état présent de la science, de tout vestige marin, n'est pas facile à expliquer. Nous avons fait, en effet, de nombreuses recherches dans ce sens et nous n'avons pas été médiocrement surpris de ne pouvoir rencontrer ni coquilles, ni vestiges du règne animal. Sans doute, il n'est pas rare de trouver des grès grossiers et des graviers sans fossiles, mais dans les couches profondes qui n'ont pas été remaniées et n'ont subi que peu de changement, on devrait rencontrer quelques empreintes de coquilles, du moins dans les strates les plus argileuses, si ces couches étaient d'origine marine.

Et pourtant il n'est pas aisé de concevoir un autre mode de formation. Il est assez difficile de supposer que, dans l'époque tertiaire, la côte occidentale de la baie du Bengale ait fait partie de la vallée d'un fleuve aujourd'hui disparu. Cette hypothèse, admissible pourtant pour certains points, le serait difficilement pour tous. Il est également improbable que les graviers stratifiés, les grès et les conglomérats comme ceux des assises de Goudelour, aient été déposés sous l'eau de lacs et d'étangs dus à des pluies abondantes.

Nous avons surtout étudié les grès de Goudelour à sept milles environ de Pondichéry. Nous voulons parler des coupures du grand étang d'Oussoudon. Ces coupures, formées par l'érosion continue des eaux pluviales, outre qu'elles permettent d'observer les phénomènes de ravinement, facilitent l'examen des couches qui composent le grès de Goudelour. Nous avons pu observer dans la plus profonde les différentes assises de ce puissant massif de sable. La couche la plus supérieure est formée de sables encore mal agglomérés, d'un rouge violet à la surface, exposée à l'action des agents atmosphériques.

Cette couche est puissante, elle est traversée par quelques lits de cailloux roulés qui ne dépassent guère 0,20 c. d'épaisseur.

Au dessous on rencontre des argiles et des marnes irisées; plus bas encore, le grès se fait plus compact; on trouve ensuite des poudingues ferrugineux, riches en fer, de la limonite et des roches paraissant avoir subi l'action du feu, enfin la dernière couche observable présente une argile jaune et grossière.

Nous n'avons point rencontré de bois fossile dans l'intérieur des

couches. Par contre, on en trouve à la superficie dispersés çà et là : mais viennent-ils de la localité même où ont-ils été transportés de Tiouvicaré, je l'ignore (1). Toutefois l'identité de composition du sol peut faire supposer qu'on en rencontrera quelque jour. Notons dans cette localité une grande abondance de conglomérats, brèches ou poudingues, et les minéraux suivants : argile plastique, kaolin, sardoine, agate, quartz transparent, etc.

ÉPOQUE QUATERNAIRE

TERRAIN D'ALLUVION

Dans l'établissement de Pondichéry, les dépôts d'alluvion ont été explorés par des sondages sur une bande de 3 kilomètres de largeur et parallèle à la mer. Au nord le forage a eu lieu à Calapeth, à 600 mètres de distance de l'Océan et au sud à Cauniacovil à 2,500 mètres. A Calapeth toutefois, à dix kilomètres au nord de Pondichéry, le forage a été exécuté dans le Tertiaire. Nous ne nous y arrêterons donc pas. Partout ailleurs les sondages ont traversé successivement des couches de sable gris, jaune ou blanc, alternant avec des couches d'argile quelquefois plastique du gris au brun foncé. A Pondichéry on a atteint 172 mètres de profondeur, et 118 mètres à Bahour. Ces forages ont donné des argiles jaunes et irisées, dont l'abondance pour ces dernières augmente en allant vers le sud. On a atteint ainsi des nappes artésiennes d'excellente eau potable. Le débit varie de 100 à 750 litres par minute. Le puits artésien du jardin colonial de Pondichéry débite 550 litres d'eau à la minute.

Nous donnons ici, pour les 95 premiers mètres, l'ordre de succession des couches qui ont été traversées lors du forage du puits d'Aranganur.

MINES DE BAHOUR

SONDAGES D'ARANGANUR

Ordre des couches	Désignation des Couches	Puissance	Profondeur
1	Terre végétale.	1m35	1m35
2	Argile sableuse brune	5 61	6 96
3	Gravier sali d'argile, gris blanc	3 67	10 63
4	Gravier et sable gris	2 25	12 88

(1) Parmi ces bois fossiles, nous en avons rencontré qui semblent appartenir à la famille des Palmiers.

Ordre des couches	Désignation des Couches	Puissance	Profondeur
5	Sable argileux jaunâtre mêlé de gravier	3 47	16 35
6	Argile sableuse rougeâtre.	6 25	22 60
7	Argile très sableuse jaune	3 65	26 25
8	Argile un peu sableuse d'un gris foncé avec fragments de conglomérats	6 35	32 60
9	Argile rougeâtre mêlée de sable à gros grain.	0 90	33 50
10	Argile très sableuse d'un gris foncé.	0 57	34 07
11	Argile très sableuse, grise avec veines ocreuses	3 83	37 90
12	Sable argileux avec veines ocreuses et galets, gris	6 10	44 00
13	Nombreuses taches de rouille de nuance amarante à lie de vin	0 30	44 30
14	Sable argileux gris	4 85	49 15
15	Argile blanche savonneuse.	1 63	50 78
16	Argile savonneuse, nacrée en sortant de la sonde, pas- sant au gris en séchant	2 82	53 60
17	Lignite pur, exploitable	8 27	61 87
18	Lignite mêlé de sable	1 53	63 40
19	Sable quartzeux blanc, taché de lignite à l'origine de la couche	2 40	65 80
20	Lignite brun	0 10	65 90
21	Sable quartzeux blanc avec fragments de pyrite de fer et feuillets d'argile brune rougeâtre	7 70	73 60
22	Sable gris congloméré avec empreintes de dépôts ferru- gineux	4 15	77 75
23	Argile brune compacte avec veines de sable gris impré- gné de dépôts ferrugineux	11 25	89 00
24	Lignite.	1 60	90 60
25	Sable argileux taché de lignite.	1 60	90 97
26	Couche de pyrite de fer.	0 10	91 07
27	Sable quartzeux blanc mêlé de nodules, plaquettes et fu- seaux de pyrite de fer, avec intercalation de feuillets d'argile vaseuse imprégnée de dépôts ferrugineux	3 66	94 73

ÉTABLISSEMENT DE MAHÉ

LATÉRITE

La ville de Mahé est située à l'embouchure de la rivière de ce nom, qui prend sa source dans les sombres forêts des monts du Wynaad et qui va se jeter dans la mer après un parcours d'environ 62 kilomètres. Elle forme au nord et à l'est, pendant environ 4 kilomètres, la limite de la partie la plus importante de notre établissement. Près de Mahé les montagnes se trouvent à une distance de la côte relativement faible: le pays n'offre donc pas de plaine comparable à la vaste plaine du Carnatic. Le terrain, bien que d'une faible élévation, est un peu plus élevé que sur la côte de Coro-

mandel. La côte Malabare, étroite mais d'un niveau supérieur, présente au regard des traces indubitables d'un plateau ou de terrasses. C'est surtout près de Mahé que l'on remarque cette succession de terrasses qui touchent la mer et forment à Mahé et à Tellicherry des falaises assez basses et peu résistantes. Originellement il n'y avait sans doute qu'une seule terrasse de gneiss, puis par suite de la dénudation et (si nous admettons l'opinion d'un géologue anglais : M. Mallet) de la latérisation du gneiss, il s'est formé plusieurs plateaux.

Mahé est une ville pittoresque, vantée par la fertilité de son sol et sa salubrité. Le pays est accidenté. Mais ce qui frappe tout d'abord le géologue, c'est le sol recouvert de gravier et pourtant très fertile, c'est cette terre rouge, à conglomérats comme substratum, et à laquelle on a donné le nom de « latérite ». C'est cette roche du plus haut intérêt, à origine controversée et que nombre de géologues ont dit résulter de la décomposition sur place des basaltes, scories ou cendres volcaniques, qui va nous occuper.

La latérite, dans sa forme normale, est une roche poreuse et argileuse, imprégnée de peroxyde de fer irrégulièrement distribué à travers la masse. Elle contient parfois de 25 à 35 pour cent de fer métallique. Ce fer existe entièrement à l'état de limonite ou bien à l'état de peroxyde hydraté et de peroxyde anhydre. La surface de la latérite après exposition à l'air se recouvre d'une croûte brune ou noirâtre de limonite, mais la roche fraîchement brisée est bigarrée de teintes variées (brun, jaune, rouge). Parfois on y rencontre une proportion notable d'argile blanche. La différence de teinte est due évidemment à la localisation du fer dans certaines parties qui se distinguent par leur dureté. Les parties blanches ou jaunâtres sont plus molles et susceptibles même de se dissoudre dans l'eau.

La latérite, quand elle est pour la première fois extraite d'une carrière, est si molle, qu'elle peut être découpée avec une bêche, et même avec un couteau ; mais elle durcit extrêmement lorsqu'on l'expose à l'air.

La surface d'exposition, qu'elle soit horizontale ou verticale, est caractéristique. Elle est extrêmement irrégulière, creusée de petites cavités dues à la dissolution des parties molles dans l'eau. Parfois la roche est traversée par des tubes ou remplie de cavités comme une éponge. Elle présente souvent une apparence scoriacée et ressemble d'une façon curieuse à une formation ignée. Aussi n'est-il pas étonnant que plusieurs géologues l'aient classée parmi les roches volcaniques, d'autant qu'on la rencontre en plusieurs endroits associée aux basaltes ou autres roches ignées. L'âge de la

roche dépend de sa formation : toutefois on a vu que nous l'avons considérée comme une formation post-tertiaire. D'une analyse qui en a été faite dans le laboratoire de l'École des Mines de Londres, il ressort qu'elle renferme du peroxyde de fer, de l'alumine, de la chaux, de la magnésie et de la silice.

Quant au mode de formation de la latérite, il y a trois théories en présence. La première attribue à la latérite une origine marine, la seconde lui donne une origine fluviale, la troisième explique sa formation par l'abondance des pluies. C'est dire que la question si agitée de la formation de la latérite est encore « *sub judice* ». La principale difficulté, le principal obstacle à toute solution est l'absence de tout vestige organique.

Quoi qu'il en soit de l'opinion, combattue par M. Blanford, touchant l'altération « *in situ* », il n'en est pas moins vrai que certaines roches comprises sous la dénomination de latérite sont actuellement le résultat d'une altération sur place. D'après M. Mallet, et en cela nous sommes de son avis, le grand trait caractéristique des gneiss du Malabar, et nous pourrions ajouter des gneiss de l'Inde, est leur tendance extraordinaire à se décomposer en roches argileuses et feldspathiques de couleur ordinairement blanche, jaune ou rouge. Ces roches se rencontrent en certains endroits, où elles recouvrent souvent une grande étendue et deviennent finalement la roche que l'on désigne sous le nom de latérite. Il y aurait donc « latérisation » du gneiss. Les observations aux Nilgiris et aux Shivarohills semblent confirmer cette hypothèse, ajoute M. Mallet. Nous pouvons déclarer ici que nos observations personnelles sont parfaitement d'accord avec celles du géologue anglais.

D'autre part un autre géologue anglais, M. King, distingue trois formes de roches auxquelles on donne le nom de latérite et c'est par la citation de cette classification que nous terminerons notre exposé de la question de la latérite et de la géologie de Mahé.

1° Des débris ferrugineux et unis par un ciment que l'on rencontre à la superficie du sol ;

2° Une roche ferrugineuse, argileuse, de couleur rouge ou brune, rude et irrégulièrement creusée de cavités — elle est incontestablement formée de vrais détritiques. C'est la vraie latérite ;

3° Une forme, résultant de l'altération et de la décomposition du gneiss. Cette dernière roche présente toujours d'une façon plus ou moins régulière une structure et une constitution d'origine cristalline. C'est le gneiss « latéritisé. »

TERRAINS D'ALLUVION

I. — ÉTABLISSEMENT DE KARIKAL

La ville de Karikal est bâtie sur un terrain d'alluvion fluvio-marine de la côte et des deltas des rivières venant du Coleroon et du Cauvery, fleuves entre lesquels elle est située. Ces deux fleuves ou plutôt ces deux bras d'un même fleuve charrient du sable en abondance.

A la superficie du sol on rencontre de l'argile et de l'humus de couleur noire. Au nord-est pourtant le sable est sablonneux et d'un jaune clair, mais peu fertile. Le forage des puits artésiens a atteint jusqu'à présent une profondeur de 162 mètres. On observe une succession de couches de sable ou d'argile, aux couleurs variées, qui alternent entre elles. Dans la masse on rencontre çà et là de nombreux bancs de roches sédimentaires d'une faible épaisseur variant de 0^m10 à 1^m20. Ces bancs de roche sont composés de grains de sable quartzeux blanc, parsemé de quelques grains colorés et mélangé de fragments de coquilles appartenant à des mollusques acéphales. Le tout est agrégé par un ciment ferrugineux calcaire. On rencontre trois nappes artésiennes. La première, celle des puits; la seconde, ascendante à 87^m80; enfin la troisième jaillissante à 105^m81. L'eau de cette dernière nappe, quoique la meilleure des trois, contient encore un gramme de chlorure de sodium par litre.

II. — ÉTABLISSEMENT DE YANAON

Le terrain sur lequel repose la ville de Yanaon est un terrain d'alluvion. Le sol y est plutôt sablonneux qu'argileux. Une particularité remarquable, c'est qu'il y a une trentaine d'années il n'y avait qu'un seul puits d'eau douce à une assez grande distance de la mer, tandis qu'aujourd'hui il en existe plusieurs à Yanaon même. Ils fournissent de l'eau potable : cette eau, de salée qu'elle était, est devenue douce. Un puits artésien a été récemment foré à Yanaon. Nous donnons ici l'ordre des couches. Elles sont au nombre de dix-huit. Quoique le forage ait atteint près de 50 m., on n'a point encore, chose bizarre, rencontré l'eau.

Ordre des couches	Désignation des couches	Puissance	Profondeur
1	Sable gris	4 ^m 02	4 ^m 02
2	Sable quartzeux d'un gris blanchâtre.	4 42	8 44
3	Sable d'un gris de cendre	0 45	8 89

Ordre des couches	Désignation des couches	Puissance	Profondeur
4	Sable quartzeux d'alluvion marine.	0 65	9 54
5	Argile noire.	0 70	10 24
6	Sable quartzeux gris à coquilles marines de l'époque ac- tuelle	1 58	11 82
7	Argile noire mêlée de roche à apparence schisteuse.	13 01	24 83
8	Calcaire à coquilles marines renfermant plusieurs sortes de galets	1 32	26 15
9	Argile grossière entremêlée de calcaire	2 44	28 59
10	Calcaire blanc argileux	0 60	29 19
11	Argile compacte noirâtre.	4 23	33 42
12	Argile d'un gris jaune.	1 27	34 69
13	Argile grisâtre et blanchâtre.	2 34	37 03
14	Argile brune noirâtre, terre glaise.	2 48	39 51
15 (1)	» »	0 36	39 87
16	» »	0 90	40 77
17	» »	5 70	46 47
18	» »	1 70	48 17

III. — ÉTABLISSEMENT DE CHANDERNAGOR (2)

Le terrain de cette colonie est aussi un terrain d'alluvion.

Le terrain a été exploré par le forage de nombreux puits, par la création d'étangs et par des carrières faites en vue de se procurer de la terre à briques et à poteries. La terre végétale a une épaisseur de 0^m,50. Toutefois le long de l'Hougly, l'un des bras du Gange qui borde le territoire à l'est, cette épaisseur de terre végétale atteint de 1^m50 à 2 mètres.

Voici pour les 5 premiers mètres, l'ordre de succession des couches.

Ordre des couches	Désignation des couches	Puissance	Profondeur
1	Terre ordinaire de surface, humus et argile ; pas assez d'argile pour qu'on puisse faire des briques	0 50	0 50
2	Terre à briques, argile un peu sablonneuse	1 50	2 00
3	Sable mêlé avec de l'argile, trop de sable pour qu'on puisse faire des briques ou de la poterie	1 à 1 50	3 à 3 50
4	Terre noire mêlée de sable servant à faire de grands vases en terre nommés « panelles ».	0 50	3 50 à 4 00
5	Sable micacé et argileux, formant boue avec l'eau Nappe d'eau et continuation du même terrain.	1 00	4 50 à 5 00

(1) Les échantillons des 4 dernières couches ne nous sont point encore parvenus, le forage continue.

(2) Nous sommes redevable des renseignements touchant Yanaon et Chandernagor à M. Jumeau, ingénieur à Pondichéry, et à MM. de Montplanqua et Lefaucheur, juges de paix dans ces deux villes.

Il y aurait beaucoup à dire sur les terrains d'alluvions de l'Inde française, spécialement sur ceux de Pondichéry, Mais tout ce qui les concerne serait mieux à sa place dans un travail spécial sur cette matière que dans la Géologie de nos établissements de l'Inde(1). Notons seulement qu'au delà de 100 à 120 m de profondeur l'aspect et la coloration des terrains d'alluvion, du moins à Pondichéry, changent du tout au tout, qu'on y rencontre par exemple des couches crétacées et qu'on en pourrait déduire les modifications qu'ont subies dans les cours des siècles de notables parties de la côte méridionale et orientale de l'Hindoustan.

M. Ch. Janet fait la communication suivante :

**Note sur un *Echinocorys carinatus* présentant
neuf pores génitaux**

par M. Ch. Janet

On observe fréquemment sur les *Echinocorys* de la Craie, ainsi que sur beaucoup d'autres échinides, de petites perforations circulaires généralement localisées autour de l'appareil apical, qu'elles envahissent plus ou moins. Ces perforations sont parfois si nombreuses que la partie supérieure du test est complètement désagrégée. Lorsqu'elles sont en petit nombre et placées au voisinage des pores génitaux, dont elles ont à peu près le diamètre, ces derniers paraissent être doubles ou triples. Un examen attentif permet presque toujours de reconnaître la nature accidentelle de ces perforations dues à des parasites perforants tels que les *Vioa* ou *Cliona*, spongiaires monactinellides.

Les *Echinocorys* ayant des pores génitaux réellement multiples sont extrêmement rares et, pour être certain que l'on a bien sous les yeux de véritables pores, il faut que la surface du test soit dans un état exceptionnel de conservation. C'est le cas d'un *Echinocorys carinatus* que j'ai recueilli dans la Craie à *Micraster coranguinum* de Dieppe (Échantillon n° 205 de ma collection).

L'appareil apical de cet individu (fig. 1) n'offre rien de particulier dans la disposition des plaques ocellaires. Les plaques génitales ont aussi la disposition normale, mais elles présentent chacune une

(1) Ce travail, nous espérons le publier d'ici quelque temps sous ce titre « Les terrains d'alluvion à Pondichéry. »

paire de pores génitaux parfaitement nets, sauf la plaque inférieure de droite qui présente 3 pores, soit en tout 9 pores génitaux.

Figure 1.

*Echinocorys carinatus*, Desor.

Appareil apical à 9 pores génitaux.

Figure 2.

*Cidaris sceptrifera*, Mant.

Plaque génitale à deux pores vue par la face interne.

Cette multiplicité des pores génitaux rappelle ce que l'on voit chez certains paléchinides où il y a de 3 à 5 pores par plaques. On fera bien de comparer la figure 1 ci dessus avec celle de l'appareil apical d'un *Melonites multipora* figuré par Meek et Worthen (Géol. Rep. vol. 2, p. 228, fig. 21, 22.) et reproduit par Alex. Agassiz (Révision of the Echini, p. 647, fig. 5, 6).

D'après ce dernier auteur, le cas de pores génitaux doubles qui n'est pas très rare chez les Cidarides actuels, se présente en particulier assez fréquemment chez le *Stephanocidaris bispinosa* et se rencontre précisément sur deux des plaques de l'échantillon qu'il figure (Revision of the Echini, pl. 1^F, fig. 1.) J'ai pu, grâce à l'obligeance de M. Douvillé, examiner les échinides de l'École des Mines. Chez 2 individus appartenant à des espèces actuelles j'ai pu constater une plaque génitale à deux pores. J'ai fait la même observation sur une plaque de *Cidaris sceptrifera* de ma collection.

Cette anomalie du test retentit-elle sur l'organisation interne des oursins ? Autrement dit y a-t-il autant de glandes génitales que d'orifices ? Je n'ai pas les éléments nécessaires pour trancher la question chez les paléchinides, mais, pour ceux des autres échinides dont j'ai pu examiner les plaques génitales par la face interne et en particulier pour un *Cidaris sceptrifera* (fig. 2), l'ensemble des deux pores génitaux d'une même plaque paraît correspondre à un seul canal excréteur et, par conséquent, à une glande génitale unique, car la dépression interne au fond de laquelle s'ouvre la paire de pores reste circulaire et de la même grandeur que celle des plaques qui ne présentent qu'un seul pore (fig. 2).

Je ferai, en terminant, une observation sur les noms de *plaques génitales* et de *plaques ocellaires* qui me paraissent devoir être aban-

donnés, le premier, parce que les pores génitaux se trouvent fréquemment en dehors d'elles, le second, parce que les pores dits ocellaires ne présentent rien qui puisse être assimilé à un organe visuel.

M. Prouho a montré, dans son étude sur le *Dorocidaris papillata* (de Lacaze-Duthiers, Archives de zoologie expérimentale, 1887), que les extrémités des 5 troncs nerveux ambulacraires passent de l'intérieur à l'extérieur du test par ces 5 pores dits ocellaires et s'épanouissent à la surface des plaques correspondantes pour s'anastomoser avec le réseau nerveux périphérique qui recouvre toute la surface externe du test.

M. Seunes a proposé (Bull. Soc. géol. de Fr., 3^e s., T. 16, p. 809) de remplacer le nom de plaques ocellaires par celui de plaques neurales, mais en réalité toutes les plaques ambulacraires sont aussi des plaques neurales, puisque chaque paire de pores ambulacraires livre passage à un filet nerveux aboutissant également au réseau périphérique.

M. Munier-Chalmas préfère les noms de plaques apicales pour les plaques génitales et de plaques parapicales pour les plaques ocellaires. Je crois que ces deux noms pourraient être avantageusement adoptés.

MM. COTTEAU, GAUTHIER et BIGOT présentent quelques observations relatives à l'interprétation des faits observés par M. Janet.

Le Secrétaire dépose sur le bureau les notes suivantes :

Observations sur quelques Hemicidaris

par M. J. Lambert.

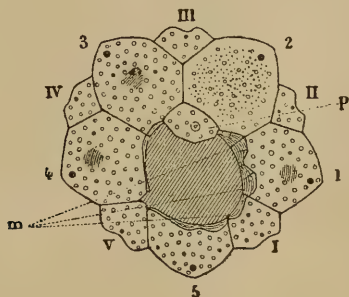
L'accueil bienveillant fait plusieurs fois par la Société géologique à des communications qui avaient des oursins fossiles pour objet, m'engage à lui présenter aujourd'hui quelques observations sur une particularité de structure du périprocte chez certains *Hemicidaris* Jurassiques.

Il y a huit ans, en décrivant, pour la Paléontologie Française, l'*Hemicidaris Delaunayi*, M. Cotteau faisait remarquer l'existence, chez plusieurs espèces du genre, d'impressions situées sur le bord interne des plaques qui forment le cadre du périprocte, et s'expri-

mait ainsi: « Vers le bord interne des plaques génitales et ocellaires, » et plus particulièrement à leur point de contact, on remarque de » petites impressions ovalaires et régulières, que nous avons déjà » constatées, mais rarement, sur l'appareil apical de quelques espè- » ces de *Cidaris* ou d'*Hemicidaris*, et dont nous ignorons la destina- » tion (1). » Ces impressions se retrouvent particulièrement bien développées sur l'apex de l'*H. langrunensis* Cotteau (2) et, en examinant les beaux échinides que notre collègue, M. Dagincourt, tient à la disposition des travailleurs, j'ai rencontré un échantillon de cette espèce dont l'état de conservation me permet de répondre aujourd'hui à la question posée par M. Cotteau. Les impressions signalées par mon savant maître sont, selon moi, les surfaces (articulaires) d'insertion de plaquettes anales mobiles sur les plaques fixes de l'apex.

L'échantillon du Bathonien de Luc, que j'ai sous les yeux, présente, à la partie antérieure du périprocte et contiguë aux costales 2 et 3, une anale irrégulière, polygonale, que la figure ci-dessous me dispense de décrire plus en détail.

Figure 1.



Apex d'un *Hemicidaris langrunensis* Cotteau, du Bathonien de Luc, grossi 3 1/2 fois, montrant la plaquette anale *p* en place dans la fossette antérieure du cadre du périprocte — I, II, III, IV, V, les cinq plaques ocellaires ou radiales; 1, 3, 4, les trois costales montrant à leur centre des impressions d'*Hemipygus*; 2, la costale madréporifère; 5, la costale impaire; *m*, trois des impressions ou fossettes du bord du périprocte sur lesquelles s'articulaient les anales.

Un examen superficiel aurait pu faire assimiler la plaque supplémentaire de mon *Hemicidaris* à une suranale. C'est ainsi que Wright a confondu jadis une plaquette analogue de l'*H. Kænigii* Agassiz

(1) Pal. Franç. Terr. Jurass. T. X, 2^e part. p. 65. — Voir aussi pl. 277, fig. 40.

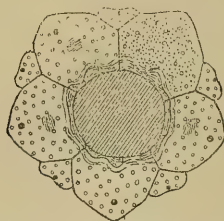
(2) Voir Ibid. pl. 275, fig. 7.

avec une plaque suranale d'*Acrosalenia* (1). Mais cette manière de voir, née de l'ignorance où l'on était des véritables caractères des assules du système anal, doit être abandonnée. En effet, ce qui caractérise les plaques de ce système, c'est d'abord, comme je l'ai dit, dans une précédente étude, leur position dans le cadre irrégulièrement circulaire du périprocte (2) et aussi leur mobilité, puisque les plaquettes adhérentes à la membrane anale sont comme elle soumises aux contractions de l'orifice déférent et jouent nécessairement sur les bords fixes du périprocte. Ce jeu s'opère chez les *Hemicidaris* suivant les surfaces d'insertion des assules anales sur les costales voisines qui semblent présenter de véritables surfaces articulaires, et, sur chacune des impressions signalées par M. Cotteau, s'emboîte une assule du système anal. Dans mon échantillon une seule assule anale est restée adhérente à la fossette creusée entre les costales 2 et 3; mais entre les costales 1 et 2 on voit une fossette semblable sur laquelle devait venir également s'insérer une assule anale; la costale 1 contient une seconde fossette; l'ocellaire I en présente une autre; on en remarque deux sur le bord de la costale impaire et enfin une autre, assez nette, entre les costales 3 et 4. Sur chacune de ces fossettes venait évidemment s'articuler une plaquette anale, et leur réunion devait former une sorte de couronne à l'orifice qui s'ouvrait près de leur centre.

Aucun doute ne peut d'ailleurs exister à ce sujet, puisqu'en considérant l'apex d'un *H. langrunensis* sans plaque anale subsistante, on voit, à la place qu'occupe celle-ci, la fossette dans laquelle s'est insérée la plaque anale restée sur mon échantillon.

L'examen du cadre du périprocte chez d'autres espèces, comme

Figure 2.



Apex d'un *Hemicidaris intermedia* Forbes, du Séquanien de Tonnerre, grossi 3 fois $1/2$, montrant les impressions du cadre du périprocte.

(1) Wright : Brit. foss. Echinod. oolitic, p. 256 — 1836.

(2) Lambert : Note sur un nouv. g. d'Echinide de la Craie de l'Yonne. 1888. p. 9. Note.

H. Delaunayi (Voir Pal. franç. Echin. jurass. pl. 277, fig. 10) et *H. Martini* (ibid. pl. 279, fig. 12) montre que ces oursins offraient une disposition analogue des bords de leur périprocte et par conséquent de leurs assules anales. Ces fossettes du cadre du périprocte se retrouvent également chez d'autres *Hemicidaris*, lorsque la conservation de l'apex est suffisante. Je viens de les observer chez *H. luciensis*, *H. intermedia*, *H. Gresslyi*, même chez *H. Rathieri*. En revanche l'on n'en trouve aucune trace chez *H. Agassizi* et espèces voisines.

Chez l'*H. intermedia* (fig. 2), il n'est pas douteux que des plaques anales ne soient venues s'insérer sur les fossettes si nettes des costales 2, 3 et 5.

Une étude comparative ne permet d'ailleurs d'assimiler complètement les plaquettes anales des *Hemicidaris* ni aux suranales des *Acrosalenia*, ni aux plaques valvulaires des *Arbacia*. Il y avait, chez eux, une structure particulière des assules, analogue sans doute à celle que présentent les *Cidaris*.

M. Cotteau avait, en effet, déjà remarqué que les impressions des bords du périprocte se retrouvent chez certains *Cidaris*, comme *C. cretosa* (Voir Pal. Franç. terr. cré. T. VII. Echinides, pl. 1067, fig. 2, 10) et *C. Merceyi* (ibid. pl. 1068, fig. 2.) Chez ces *Cidaris*, les assules en contact avec les impressions ne pouvaient évidemment être que des plaquettes anales ; il est impossible de supposer ici l'existence de plaques suranales semblables à celles des *Acrosalénies*. Au surplus, l'examen d'une espèce vivante, *C. tribuloides*, suffit pour lever tous les doutes. Les cinq costales du *C. tribuloides* présentent, en effet, sur leur bord interne, des impressions analogues à celles des espèces fossiles et sur lesquelles s'insèrent les plus larges des assules anales. Cette comparaison permet donc d'affirmer que les impressions des *Cidaris* crétacés ont la même destination, et, par voie d'analogie, on doit en conclure que les fossettes des *Hemicidaris* servaient aussi à l'insertion des principales plaques anales.

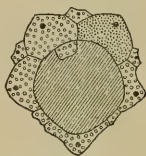
Ainsi, les plaques du système anal des *Hemicidaris* offrent beaucoup de rapports avec celles des *Cidaridæ* ; elles sont, au contraire, très différentes de celles des *Diadémiens* ; car, chez ces derniers, les plaquettes anales, simplement adhérentes à la membrane, ne s'articulent plus directement sur les bords solides du périprocte. Le système anal des *Arbaciadæ*, composé de plaques solides valvulaires, ne présente aussi qu'une lointaine analogie avec celui des *Hemicidaris*. Le cadre du périprocte de l'*Arbacia* offre une sorte d'impression horizontale, sans surface d'articulation, et sur laquelle s'insèrent les plaques valvulaires ou plutôt la membrane qui les retient. Cette

disposition est plus voisine de celle des Diadémiens que de celle des *Cidaris* et *Hemicidaris*.

Au point de vue morphologique, ces observations tendent à démontrer l'existence, chez les formes archaïques, comme *Cidaris* et *Hemicidaris*, de relations plus étroites et plus directes entre les plaques solides de l'apex et les assules anales, qui en sont des dérivés originaires.

Sous le rapport de la distinction des espèces, mon étude me semble avoir un côté pratique ; elle ne permettra plus, faussant toutes les analogies, de placer parmi les Acrosaléniens, certaines espèces, distraites des *Hemicidaris* uniquement à raison de la conservation accidentelle d'une plaquette anale. C'est ainsi que je restitue à l'*Acrosalenia boloniensis* Cotteau, du Portlandien de Boulogne, le nom d'*Hemicidaris boloniensis*.

Figure 3.



Apex d'un *Hemicidaris boloniensis* Cotteau, d'après la figure 2 de la pl. 252 de la Paléontologie française, un peu grossie, montrant une plaquette anale, située dans le cadre circulaire du périprocte.

La plaquette accidentellement conservée sur l'échantillon figuré par M. Cotteau (fig. 3), analogue à celle qui avait motivé le classement proposé par Wright en 1856, n'est évidemment pas une suranale fixe, dépendante de la partie solide de l'apex ; elle est située dans le cadre circulaire du périprocte, semblable à celle que je viens de signaler chez l'*H. langrunensis* et a tous les caractères d'une assule anale ordinaire.

Le Secrétaire dépose sur le bureau les deux notes manuscrites suivantes :

Note sur une Porphyrite à pyroxène

par M. Camuset.

La découverte de cette roche a été mentionnée par M. Michel-Lévy dans la notice explicative de la feuille de Mâcon : elle forme deux coulées, l'une sur le territoire de Clermain, l'autre sur le territoire de Brandon (Saône-et-Loire). Elle est intercalée entre les schistes, de la rive droite de la Grosne et les tufs porphyritiques v_1 h_{iv} . La roche est compacte, sans aucune discontinuité à Brandon, et elle devient très vacuolaire à Clermain. La couleur varie légèrement du noir au verdâtre. A l'œil nu, on a dans la roche compacte une pâte fine indéchiffrable, dans laquelle on distingue quelques filaments de pyrite jaune et de galène : le mica est en lamelles hexagonales brillantes. On rencontre souvent dans la pâte des cristaux atteignant un demi centimètre de longueur et qui représentent le pyroxène. Dans la roche vacuolaire, on a quelques taches de pyrite jaune, des cristaux de pyroxène verdâtre, et chaque cavité est tapissée par une substance blanche qui offre souvent des traces de clivage. La forme de chaque vacuole est quelquefois très irrégulière et la grandeur de chaque cavité est des plus variables : quelques-unes atteignent 5 centimètres dans leur plus grand diamètre. La roche compacte de Brandon représente une roche en profondeur tandis que la roche vacuolaire de Clermain semble indiquer le sommet d'une coulée : il y aurait eu là un des événements par lesquels l'activité souterraine aurait manifesté sa puissance.

Au microscope polarisant on fera les distinctions suivantes :

I. Apatite, pyroxène, mica noir, oligoclase, amphibole, minéral ancien épigénisé ; minéraux accessoires : fer oxydulé, orthose, oligoclase.

II. Microlithes d'oligoclase et d'orthose très fins.

III. Remplissage de vacuoles.

L'apatite est en inclusions dans le pyroxène sous la forme de microlithes.

Le pyroxène est en grands cristaux de première consolidation et les sections dans la zone h_1 g_1 montrent que ces cristaux sont allongés dans le sens de cette même zone. Quelques mâcles sont assez curieuses : elles ont lieu suivant h_1 avec axe de rotation perpendiculaire et l'une d'elles présente jusqu'à 8 lamelles hémitropes.

Le mica noir est rare et ses lamelles sont très grandes et très

attaquées, le pâte ayant pénétré plus ou moins profondément dans les vides qui existaient.

L'oligoclase est en cristaux rares avec lamelles hémitropes très fines et d'épaisseur très uniforme.

L'amphibole hornblende, dans quelques sections, montre la trace des clivages *m* en fournissant un treillis assez curieux, à mailles très étroites et des plus régulières.

Un minéral ancien de première consolidation et qui doit être signalé est celui qui rappelle les trapézoèdres de la leucite : mais aucune section étudiée n'a jamais montré les différents phénomènes qui caractérisent ce dernier minéral qui ne se trouve que dans les roches tertiaires.

La pâte est essentiellement composée de microlithes d'orthose et d'oligoclase.

Le quartz, relativement rare, contient de la pyrite.

ACTIONS SECONDAIRES.

Examinons d'abord les épigénies des cristaux cubiques : j'ai indiqué un peu plus haut que, malgré les sections des trapézoèdres et l'aspect du minéral intérieur, on ne pouvait conclure à la présence de la leucite. Avec un grossissement suffisant on reconnaît que l'épigénie consiste surtout dans la présence de feldspaths et ceux qui semblent prédominer sont l'orthose et l'oligoclase. Les échantillons vacuolaires de Clermain contenaient, outre ces deux corps, du microcline.

La substance blanchê tirée d'une de ces vacuoles a donné les résultats suivants à l'analyse :

Silice	62,20
Alumine	21,18
Oxyde ferrique	1,42
Chaux.	2,20
Soude.	9,60
Potasse	2,60
Magnésie	traces.
Eau	0,80
	100,00

Il y a eu d'autres transformations postérieures.

L'orthose en grandes plages se transforme quelquefois en épidote.

Il en est de même pour l'oligoclase : dans certaines vacuoles le

pourtour est occupé par l'oligoclase transformé, tandis que le centre est rempli d'orthose non altéré.

L'épidote vient de la transformation de l'orthose et de l'oligoclase, et aussi d'une modification du pyroxène.

Il s'agit maintenant de préciser l'âge de cette porphyrite vacuolaire. Assurément celle-ci ne peut-être rangée dans le groupe des porphyrites micacées, qui, sorties au commencement du Permien, ont traversé les tufs de porphyre noir ; je ne l'ai jamais vue se faisant jour dans ces mêmes tufs, elle apparaît seulement dans ces derniers et vers leur base. Elle aurait donc fait son apparition sous les premières projections de ces tufs.

Origine de l'Orographie de la Terre

par M. Tardy

Dans une note qui sera imprimée prochainement dans la Revue *l'Astronomie*, je montre que les ombres de Mars, considérées comme des canaux, ne ressemblent à rien de ce qui existe à la surface de la Terre.

Si, au contraire, on veut rester dans les limites des observations terrestres, on voit d'abord les photographies zénithales de la surface de la Terre donner des teintes claires, presque pareilles pour les sols et pour les eaux ; les roches nues sont, au contraire, blanches, et la végétation noire. Enfin, tout ce qui est en pente est gris, que ce soient des versants de collines ou des toits.

Si, à ces conditions, nous ajoutons que le savant astronome Schiaparelli dit, dans l'un de ses articles de la revue *l'Astronomie*, que l'une des ombres de Mars est dentelée sur son bord extérieur, nous serons bien tentés de considérer les canaux de Mars comme des versants de chaînes de montagnes. En effet, sur Mars, la plupart des ombres sont géminées, et on peut les considérer comme les deux versants d'une chaîne dont la crête est formée de roches dénudées.

Pour arriver à une démonstration plus parfaite de cette nouvelle manière de considérer les ombres de Mars, j'ai remarqué que cet astre, étant plus petit que la Terre, devait s'être refroidi plus vite, et être, par conséquent, plus avancé en âge que la Terre. Or, sur la Terre, il ressort de toutes mes observations, que l'Océan se résorbe progressivement et assez rapidement. Mars étant plus avancé

en âge, que la Terre, ses océans doivent être plus résorbés que les nôtres. Pour établir des conditions analogues sur les deux astres, j'ai supposé notre océan résorbé de deux mille mètres environ. Dans ces conditions nouvelles, j'ai tracé sur un planisphère terrestre les deux versants de toutes les chaînes principales de montagnes et d'îles. On arrive ainsi à une figure qui a beaucoup d'analogie avec le réseau des ombres de Mars. Cette figure, doit, je crois, suffire à démontrer que les ombres géminées de Mars sont les versants de ses grandes chaînes de montagnes.

Sur la planète Mars, on en trouve une démonstration immédiate dans les zones de la planète qui, à partir de 60° de latitude, sont vues sous de fortes inclinaisons. Ces parties sont grises comme celles des canaux, à l'exception de deux taches blanches, situées à chaque pôle et que l'on a considérées jusqu'ici comme des glaces polaires ; ce qui semble très vraisemblable.

Pour poursuivre cette comparaison, j'ai cherché les orientations des principales chaînes de montagnes de la Terre et celles des canaux de Mars. Ces orientations se groupent en faisceaux identiques qui ne diffèrent d'un astre à l'autre que de quelques degrés, dans leurs orientations par rapport au méridien dans chaque astre.

Si on cherche à la surface de la Terre l'âge relatif de quelques systèmes de failles, on trouve, par exemple, en Bresse, que les failles N. 100° à 101° E. sont très récentes. Puisqu'elles coupent le Diluvium final du Nord, elles sont postérieures au Quaternaire. Au contraire, les failles N. 55° E. apparaissent au début de la formation de l'ossature générale de l'Europe. Ces deux faisceaux, comparés à ceux de Mars, donnent un singulier résultat confirmé par les autres. Le faisceau ancien N. 55° E. correspond exactement à un faisceau de même angle situé sur Mars. Au contraire, le faisceau moderne N. 100° à 101° E., diffère de celui de Mars, N. 105° à 107° E., de 5° environ. La différence entre les faisceaux correspondants des deux astres augmente ainsi avec l'âge du faisceau sur la Terre. Mais la différence de 5° et quelques minutes qui existe entre les axes des deux faisceaux, est exactement égale à celle qui existe entre l'obliquité des équateurs des deux astres par rapport à leurs orbites respectives. Sans conclure de cette similitude, que la position de l'astre par rapport au Soleil, a une influence sur l'orientation de ses failles, on peut dire que cette influence est possible et qu'elle mérite d'être recherchée sérieusement.

Si on compare le planisphère des ombres de Mars, au planisphère des chaînes continentales et sous-marines de la Terre, on ne tarde pas à y voir naître des ressemblances bien singulières.

Les groupements d'ombres se ressemblent, non seulement dans certaines parties, mais encore dans la disposition de ces parties à la surface de chaque astre. Cette régularité semble indiquer que le relief du sol n'est pas le fait du hasard, mais qu'il tient à une loi commune aux deux astres.

Cette loi pourrait être propre à tous les corps sphériques, présentant les mêmes conditions que les astres. Alors leurs symétries tiendraient à la position du premier noyau de refroidissement de la surface et à leur sens de rotation propre.

Un autre fait est aussi commun aux deux astres Mars et la Terre; dans chacun d'eux, l'équateur n'est pas un axe orographique. Sur la Terre, à l'époque actuelle, le fait est très net, les continents sont tous portés vers le nord. En résorbant l'Océan, et en traçant le réseau des chaînes de montagnes et des chaînes d'îles de la surface de la Terre, on obtient un réseau comparable à celui de Mars, dont l'axe de figure est à 40° au nord de l'Equateur. Sur Mars il en est exactement de même, l'axe du réseau des ombres (canaux) est à 40° au nord de l'équateur de la planète.

Cette similitude entre les deux astres semble indiquer une cause orographique ayant son siège en dehors des deux astres, sur le Soleil par exemple.

Sur la Terre, les glaces polaires australes, entourées d'un vaste océan, occupent une plus grande surface que les glaces boréales. Ce fait, le plus souvent négligé par ceux qui veulent parler du climat glaciaire quaternaire, se retrouve sur Mars, où les taches blanches du pôle austral s'avancent plus vers l'équateur que les taches blanches boréales. La tache grise australe sans ride de la surface de Mars, plus étendue que la tache correspondante du pôle boréal, rappelle aussi l'Océan austral de la Terre, plus étendu que les régions correspondante du pôle Nord terrestre.

Ces diverses ressemblances entre des régions de même orientation, sur deux planètes différentes, prouvent que l'action dirigeante a sa source en dehors des deux astres, peut-être sur le Soleil.

Cependant, sur le Soleil, on observe que le maximum des taches appartient à la région australe. Or, les taches sont des cratères livrant passage à des éruptions. Ces cratères, ouverts dans une surface liquide, se referment d'eux-mêmes lorsque le phénomène éruptif cesse. Sur la Lune, les cratères très nombreux présentent leur maximum de fréquence et de dimension, au pôle austral. Sur la Terre il en est de même, si on ajoute aux volcans actifs tous les volcans des îles de l'océan. Cette dernière comparaison entre le

Soleil, la Terre et la Lune, semble indiquer que la cause de la plus grande abondance des éruptions, dans les régions australes de ces trois astres, doit avoir son origine en dehors du système solaire, puisque le Soleil lui-même subit cette action. Mais à côté de cette cause externe la comparaison de Mars et de la Terre semble indiquer une action émanée du Soleil.

En résumé l'orographie terrestre, comme celle des autres astres, semble avoir des lois et être le résultat de la situation astronomique de ces divers astres entre eux. Enfin la précision de quelques-unes de ces actions, celle, entre autres sur l'orientation des faisceaux de failles, semble bien différente de tout ce qu'on avait admis jusqu'ici, et atteindre une précision vraiment extraordinaire.

La géologie terrestre n'a donc qu'à gagner à cette étude comparative des divers astres comparés à la Terre, étude dont je donne ici une première esquisse brièvement résumée, que mon entrée à la Société astronomique va me permettre de poursuivre en abordant successivement les divers astres. La Lune fera l'objet d'une étude assez étendue; les pierres circulant dans l'espace sous différents noms, viendront aussi fournir leur contingent de matériaux nouveaux à l'étude de la Terre.

Mais ici, je ne compte développer dans l'avenir que le côté vraiment géologique terrestre de ces premières conclusions, et rentrer ainsi le plus tôt possible dans le but bien défini de la Société (1).

(1) J'ajouterai que dans une publication toute récente M. Schiaparelli adopte mes conclusions précédentes; il fait des ombres de Mercure des chaînes de montagnes et de leurs points de croisements plus noirs, des pics élevés. Ces ombres de Mercure rappellent par leurs angles les grandes chaînes de l'écorce terrestre.

(Note ajoutée pendant l'impression).

Séance du 2 Décembre 1889

PRÉSIDENTE DE M. BERTRAND

M. Seunes, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame Membre de la Société, M. DUPARCQ, Professeur à l'Académie de Genève, présenté par MM. Bertrand et Sayn.

M. J. Bergeron fait la communication suivante :

Sur la présence, dans le Languedoc, de certaines espèces de l'étage e₁ du Silurien supérieur de Bohême,

par M. J. Bergeron

Dans la séance du 4 mai 1889, j'ai eu l'honneur de présenter à la Société un certain nombre de fossiles provenant du Silurien supérieur du versant méridional de la Montagne Noire ; ils tiraient leur intérêt de leur identité avec certaines formes du même étage de Bohême. C'était *Atrypa Sapho* Barr., *Atrypa Hircina* Barr., et un bivalve bien spécial à l'étage E de Bohême, le *Slava Bohemica* Barr. Il y avait encore quelques débris de têtes d'un trilobite appartenant au genre *Arethusina*.

Je me suis appliqué cette année, en compagnie de M. Ch. Escot de Cabrières, à déterminer exactement la position des différentes assises du Silurien supérieur renfermant cette faune, jusqu'ici spéciale à la Bohême.

Les affleurements de l'étage E sont nombreux dans la région S. E. de la Montagne Noire, mais le plus souvent, ils sont situés à flanc de coteau et recouverts par des éboulis qui masquent la superposition des couches. La nature même de plusieurs de celles-ci, qui sont argileuses, facilite les glissements qui compliquent encore les études stratigraphiques. C'est ainsi que, dans le gisement le plus riche, celui de Roque Malière, entre le moulin Faytis et Gabian, il est impossible de relever aucune coupe exacte. Cela est d'autant plus regrettable que les blocs de calcaire qui ont été entraînés par

les torrents qui ravinent les éboulis de cette région ont fourni les plus beaux et les plus nombreux fossiles du Silurien supérieur.

C'est à l'ouest du moulin Tiberet, vis-à-vis le Mas de Lauriol, dans la vallée des Pitrous, que nous avons pu reconnaître la succession la plus régulière. En ce point, la coupe commence par les assises supérieures du Silurien moyen : ce sont d'abord des grès qui rappellent beaucoup les grès à *Trinucleus* du Glauzy, mais dans lesquels nous n'avons rien trouvé ; puis des schistes à *Orthis Actoniae* Sow., avec intercalation, à la partie supérieure, de bancs calcaires renfermant une riche faune de Cystidées. On peut assimiler ce dernier horizon au calcaire de Bala, en Angleterre. Tous ces niveaux sont déjà connus et je ne les cite que pour bien préciser le substratum de l'étage E.

Celui-ci est constitué, d'une manière générale, par des alternances de schistes ampéliteux et de calcaires noirs ou gris, très riches eux-mêmes en matière charbonneuse. Le premier horizon dans lequel nous avons trouvé la faune caractéristique de cet étage, est un calcaire de couleur grise, d'une épaisseur de 3 mètres environ. Les *Atrypa Sapho* Barr. et *Atrypa Hyrcina* Barr. y sont assez abondants. Puis, viennent des schistes noirs ayant sensiblement la même épaisseur. Ils sont recouverts par un nouveau banc de calcaire de couleur noire renfermant, outre les fossiles que je viens de citer, des têtes et des pygidiums d'*Arethusina Konincki* Barr. Les premiers exemplaires que j'avais examinés étaient dans un état de conservation qui permettait de reconnaître le genre, mais non l'espèce, avec certitude. Ceux que j'ai maintenant peuvent être identifiés aux formes figurées par Barrande. L'*Arethusina Konincki* Barr. est une espèce particulièrement intéressante, parce que Barrande la considère comme caractéristique du niveau *et*, du Silurien supérieur de Bohême (1). De plus, la présence de certaines formes de bivalves, telles que *Slava Bohemica* Barr. et *Maminka comata* Barr., qui se retrouvent encore dans ce même niveau en Bohême, tendrait à faire assimiler toute cette partie inférieure du Silurien supérieur du Languedoc à l'horizon *e*₁. Il est vrai que ces dernières espèces se retrouvent également dans des calcaires supérieurs aux précédents, riches encore en *Atrypa Sapho* Barr., mais qui renferment en outre *Cardiola interrupta* Sow., *Card. Bohemica* Barr., de très nombreux Orthocères, *Monograptus priodon* Brg. et *Mon. Bohemicus* Barr., et qui correspondent au niveau *e*₂. Mais le fait que de très nombreuses formes sont communes aux niveaux *e*₁ et *e*₂ a été signalé également

(1) Système Silurien du centre de la Bohême. Esquisse géologique. T. I. p. 72a.

par Barrande dans les environs de Prague ; il semble donc que la présence d'*Arethusina Konincki* Barr. doive être considérée comme étant de très grande importance puisqu'elle permet de distinguer l'étage e₁.

Si certains caractères paléontologiques permettent l'assimilation que je viens de faire, il faut reconnaître que les conditions de gisement sont, par contre, bien différentes dans les deux régions.

Dans le Midi de la France, l'ensemble des niveaux e₁ et e₂ aurait une vingtaine de mètres, tandis que dans les environs de Prague, il atteindrait une épaisseur de 200 à 300 m. Dans les deux régions, d'ailleurs, il y a alternance de schistes et de bancs calcaires présentant le même faciès.

Parmi les formes de l'étage E communes au Languedoc et à la Bohême, il faut signaler un gastéropode dont le genre n'avait pas été défini jusque ces derniers temps. M. de Tromelin (1) l'avait déjà cité à Cabrières sous le nom de *Tubina patula* Barr. C'est sous la même dénomination que j'ai trouvé, dans la collection de l'Ecole des Mines, un échantillon identique provenant de Bohême. A la Sorbonne, la même forme, également originaire de Bohême, est désignée sous le nom de *Tuba? patula* Barr. Les étiquettes qui accompagnent ces échantillons sont écrites de la même main, et autographiées ainsi que le sont la plupart de celles provenant des collections données par Barrande. — Au Museum, la même espèce de Bohême porte le nom de *Naticella tubicina* Barr. Elle a été envoyée et déterminée par M. le Prof. Novak. D'après une note récente du Prof. Kayser (2), c'est également sous ce nom qu'elle se trouve au Musée de Marbourg. Barrande l'a fait figurer dans le tome IV encore inédit du Système Silurien de la Bohême (Pl. 51, fig. 39-44) ; malheureusement, les planches dont dispose le Laboratoire de Paléontologie du Museum, mises gracieusement à ma disposition par M. Fischer, ne sont pas accompagnées de leur légende, de sorte qu'il ne m'a pas été possible de savoir à quel nom Barrande s'était définitivement arrêté. Mais si l'on se reporte aux diagnoses de ces différents genres, on reconnaît qu'il est impossible de ranger cette forme dans aucun d'eux, pas plus d'ailleurs que dans aucun autre genre connu. C'est donc avec raison que M. le Prof. Kayser a attribué à l'espèce de Bohême,

(1) Observations sur les terrains primaires du nord du département d'Ille-et-Vilaine B. S. G. F. 5^e série T. IV, p. 607. Note infrapaginale.

(2) Ueber einige neue oder wenig gekannte Versteinerungen des rheinischen Devon. — *Zeitsch. d. d. g. G.* 1889, T. XLI, p. 288.

ainsi qu'à une espèce dévonienne, un nom générique nouveau, celui de *Spirina* (1).

Peut-être y aurait-il lieu de distinguer dans la faune E plusieurs espèces de *Spirina* ; les quelques échantillons que j'ai eus entre les mains et qui provenaient soit du Languedoc, soit de la Bohême, présentent, en effet, des côtes dont l'écartement est assez variable. Mais il est possible que ce soit là des caractères individuels et non spécifiques. Il faudrait un plus grand nombre d'exemplaires que je n'en ai eu à ma disposition pour trancher la question.

En terminant, je voudrais attirer l'attention sur un fait qui me semble particulièrement remarquable.

Dans la Montagne Noire se retrouvent presque tous les horizons paléozoïques connus ; mais ils ne renferment le plus souvent aucune faune identique, au point de vue spécifique, à celle de ces mêmes horizons dans les autres régions. Il y a cependant deux exceptions :

Le Silurien supérieur renferme les mêmes espèces en Bohême et dans la Montagne Noire ainsi que je viens de le montrer. De plus à l'époque du Dévonien tout-à fait supérieur, on retrouve dans le Languedoc la même faune que celle du calcaire à Clymènes du Nassau. Il semble donc qu'à ces deux époques, plus qu'à toute autre, il y ait eu une communication plus directe entre la Montagne Noire et la Bohême ainsi que le Nassau.

M. BOULE fait la communication suivante :

Succession des éruptions volcaniques dans le Velay, par M. Marcellin Boule

Dans la région du Mézenc, sur le prolongement du plateau des Coirons et dans la chaîne du Mégal, la série comprend les termes suivants :

1° *Basaltes* compactes, reposant directement sur le granite ou sur les argiles tongriennes. Ces basaltes sont peut-être contemporains de ceux des Coirons, appartenant au Miocène supérieur.

2° Coulées de *labradorites* (2).

(1) Op. cit. p. 290, Pl. XIII.

(2) L'étude microscopique de nombreux échantillons provenant de ces coulées m'a montré que beaucoup de ces roches étaient des andésites, très difficiles à distinguer à l'œil nu, des labradorites et même des basaltes. Ces andésites se retrouvent aux environs immédiats de la ville du Puy.

3° Coulées de *basaltes porphyroïdes*, tantôt superposées aux précédentes, tantôt reposant directement sur le terrain primitif ou sur l'Oligocène.

4° *Phonolites, trachytes phonolitiques, andésites*, s'étant fait jour au travers des basaltes anciens. Aucune observation ne m'a permis d'établir l'ordre chronologique relatif de ces diverses roches. D'après M. Termier, au Mézenc, la sortie des andésites a précédé la sortie des phonolites (1).

Toutes ces roches se rencontrent aux environs de la ville du Puy, dans les argiles, sables, graviers et cailloux roulés à mastodontes du Pliocène moyen. Ces alluvions alternent avec de nouvelles coulées de *basalte* et des *brèches limburgitiques*, dites *brèches anciennes*, qui ont comblé le lit du cours d'eau du Pliocène moyen.

Un nouveau dépôt alluvial surmonte les brèches anciennes. Je l'avais confondu à tort, dans ma communication de l'année dernière (2), avec les alluvions à mastodontes. Depuis, j'ai pu constater sûrement que ces alluvions supérieures renferment l'*Elephas meridionalis*. Elles sont couronnées aux environs du Puy par un *basalte*, issu de volcans dont les cratères sont encore représentés par des mamelons arrondis et surbaissés. Ces coulées et les alluvions sous-jacentes du Pliocène supérieur étant coupées à pic, sont antérieures au creusement des vallées actuelles. Les diverses étapes de ce creusement sont marquées, dans la chaîne occidentale ou chaîne du Devès, par des coulées de *basalte* qui se sont épanchées à diverses époques. Dans la vallée de l'Allier, on voit ce *basalte des pentes* reposer, à diverses hauteurs, au-dessus du lit de la rivière, sur des terrasses de cailloux roulés. Les dernières coulées, issues de volcans à cratères parfaitement conservés, descendent jusqu'au fond des vallées actuelles, dont le thalweg s'est reconstitué à côté du thalweg de cette époque. Ces basaltes supportent, près du Puy, des atterrissements à *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, etc.

En terminant, je ferai remarquer que la série éruptive du Velay diffère des séries du Cantal et du Mont-Dore à deux points de vue : 1° L'ensemble est, dans le Velay, plus homogène et plus basique. 2° Tandis qu'en Auvergne, les coulées provenant de deux grands volcans se sont superposées de telle façon que, sur certains points, à Thiézac, par exemple, on peut relever une coupe presque complète de toutes les formations du massif, dans le Velay, les

(1) Le renvoi précédent montre que beaucoup d'andésites ont, en effet, précédé la sortie des phonolites. (*Note ajoutée pendant l'impression*).

(2) Bull. Soc. géol. de France, t. XVII, p. 275, fig. 2.

coulées issues d'un très grand nombre de centres volcaniques se sont principalement juxtaposées ; cette disposition rend leur chronologie relative bien plus difficile à établir.

Dans le Velay, la dénomination de *basalte des plateaux* ne saurait avoir de signification chronologique. A partir du Mézenc jusqu'à la vallée de l'Allier, c'est-à-dire en se dirigeant de l'est à l'ouest, les basaltes des plateaux deviennent de plus en plus récents depuis le Miocène supérieur jusqu'au début du Quaternaire.

Enfin, pour établir le degré d'ancienneté des coulées basaltiques, il peut être dangereux de se baser sur le degré de conservation des cratères dont elles émanent. La montagne du Coupet est un cône de scories fort bien conservé, dont les flancs sont recouverts d'un dépôt détritique renfermant une faune caractérisée par *Mastodon Arvernensis*, *Equus Stenonis*, etc.

Le Secrétaire dépose sur le bureau la note manuscrite suivante :

Note sur la présence du *Pleurodictyum problematicum* dans le Dévonien de Cabrières et sur un nouvel horizon de Graptolites dans le Silurien de Cabrières,

par M. le Prof. P. G. de Rouville.

Depuis longtemps je supposais l'existence du *Pleurodictyum problematicum* dans les schistes qui supportent les calcschistes du Caragnas à Cabrières et que je décrivais dans ma Monographie (1887 p. 45) comme « roches déchiquetées et cariées. » De nombreux débris de fossiles mal conservés soumis à l'examen si compétent de mon savant collègue M. Barrois l'avaient, jusqu'ici, laissé hésitant entre les horizons silurien et dévonien. Aujourd'hui, une moisson plus heureuse de Ch. Escot, qui avait bien voulu suivre la piste indiquée avec sa persévérance éprouvée, a permis au professeur de Lille de déterminer avec sûreté un échantillon de *Pleurodictyum*, entre un grand nombre d'espèces frustes de *Bellerophon*, d'*Orthis*, de *Leptaena*, de *Spirifer* ; quelques fenestelles, certains polypiers et quelques brachiopodes qui s'y rencontrent auraient déjà, par eux-mêmes, pour le savant paléontologiste, un caractère dévonien peu contestable. Voici donc un nouveau fossile bien classique, remarquable, entre tous, par son cantonnement dans le temps, à ajouter à tous ceux que l'oasis de Cabrières nous a déjà fournis. J'avais, dès 1887, observé ces schistes troués, reconnus aujourd'hui pour coblenciens, à un même niveau topographique, dans le massif qui

s'étend de Cabrières à Faugères et au delà ; ils se retrouvent au sud de St-Nazaire où M. Delage, qui a bien voulu me seconder dans mes recherches, a constaté leur association intime avec les calcaires dévoniens.

Le nouvel horizon de graptolites, absolument indépendant de celui du Silurien supérieur, appartient à la faune de Boutoury, près Cabrières; Charles Escôt vient de m'y faire observer, à l'extrême base de l'Armoricaïn, butant, par faille, contre la dolomie dévonienne, un très riche gisement fossilifère qui m'a présenté, dans un remarquable état de conservation, les principaux types de l'*Arenig* or *Stiper stones* des Anglais : Calymènes, lingules, orthis, graptolites qui compléteront la faune du même horizon décrite à Cassagnolles par M. Bergeron.

M. J. BERGERON fait remarquer que si les calcschistes et les schistes dont parle M. de Rouville, correspondent bien au niveau à *Pleurodictyum problematicum*, les dolomies comprises entre ce niveau et celui à *Spirifer cultrijugatus* représenteraient les grès et les schistes de Vireux. De plus, comme il ne semble pas qu'il y ait de niveau dévonien inférieur à ces calcschistes dans la Montagne Noire, le Gédinien y ferait donc défaut.

Quant aux graptolites siluriens, ils accompagnent *Amphion Lindaueri*, qui, ainsi que M. de Rouville l'a déjà signalé, appartient à la partie inférieure du Silurien moyen. La plupart peuvent être rapportés au genre *Didymograptus*, qui est caractéristique de l'Arenig inférieur. La présence de ce genre justifie donc l'assimilation faite par M. Bergeron (1) des schistes de Boutoury à ce dernier sous-étage. Il eut été très intéressant de voir si les espèces de *Didymograptus* du Languedoc, sont les mêmes que celles d'Angleterre. Malheureusement l'état de conservation de ces graptolites n'a pas permis leur détermination spécifique.

(1) Thèse p. 91.

Séance du 16 Décembre 1889

PRÉSIDENTE DE M. BERTRAND.

M. Seunes, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce la mort de M. l'abbé DUCROST, Professeur à l'Institut catholique de Lyon.

Il annonce ensuite quatre présentations.

M. Cotteau fait la communication suivante :

**Echinides recueillis dans la province d'Aragon(Espagne),
par M. Maurice Gourdon**

par M. Cotteau

Nous venons de publier, dans les *Annales des Sciences naturelles zoologiques*, la description des Echinides crétacés et tertiaires que notre collègue M. Maurice Gourdon a recueillis en Espagne, dans la province d'Aragon. Ces espèces, au nombre de trente-deux, sont réparties en vingt-deux genres. Associées à des espèces déjà connues, il s'en trouve un certain nombre qui nous ont paru nouvelles, et sont propres jusqu'ici à cette région des Pyrénées. Les espèces déjà connues nous ont aidé à fixer la position stratigraphique des couches. Six espèces proviennent du terrain crétacé :

Micraster brevis Desor.

Micraster cor columbarium Desor.

Micraster Gourdoni Cotteau.

Coraster Margaritæ Cotteau.

Echinocorys vulgaris Breyn.

Echinoconus Rœmeri d'Orbigny.

Le *M. brevis*, recueilli sur un grand nombre de points et parfaitement caractérisé, annonce la présence de l'étage sénonien inférieur; les cinq autres espèces crétacées appartiennent à la craie sénonienne supérieure, probablement danienne. L'une d'elles, le *M. Gourdoni*, est assurément le plus grand des *Micraster* connus; il se rapproche, par l'ensemble de ses caractères, notamment par la structure toute particulière de son sillon antérieur du *M. aturicus*, de la craie de Tercis, et tout en étant bien distinct, fait partie du

même groupe. Une seconde espèce nouvelle, provenant, comme la précédente, de la Craie supérieure de Villacarli, est le *Coraster Margaritæ*. Ce genre *Coraster*, que nous avons établi, il y a quelques années, comprend déjà plusieurs espèces, qui toutes, paraissent propres au terrain crétacé supérieur. Le *Coraster Margaritæ*, bien que voisin des *C. Vilanovæ* Cotteau et *C. sphaericus* Seunes, ne saurait être réuni à l'une de ces espèces.

Parmi les types crétacés déjà connus, nous signalerons l'*Echinocorus Rœmeri* d'Orbigny, assez abondant dans la Craie supérieure du Nord et de l'Allemagne, mais qu'on n'avait pas encore indiqué dans la région méridionale. L'*E. Rœmeri* est assez commun à Villacarli. Les échantillons, tous de petite taille, sont, en général, d'une conservation parfaite.

Nous citons l'*Echinocorys vulgaris*. Cette espèce est représentée par deux variétés qui devront, sans doute, lorsque nous aurons à notre disposition un plus grand nombre d'exemplaires et qu'ils seront mieux connus, former deux espèces particulières. La première provient encore de Villacarli; elle est de grande taille, ovale, renflée, arrondie en avant et en arrière, uniformément bombée et presque plane en dessous. La seconde variété est également de grande taille; sa forme est elliptique, arrondie en avant, un peu rétrécie en arrière; la face supérieure est très élevée, conique et sensiblement carénée en arrière; la face inférieure est plane, presque tranchante sur les bords. Cette variété est très rare et a été recueillie à La Sierra de la Verth, dans le Val du Lierp.

Vingt-six espèces appartiennent à l'étage éocène :

Maretia aragonensis Cotteau.

Macropneustes Trutati Cotteau.

Linthia Heberti Cotteau, Dames.

— *Orbignyi* Cotteau.

— *arizensis* (d'Archiac) Cotteau.

— *aragonensis* Cotteau.

— *Hovelacquei* Cotteau.

— *Pablæ* Cotteau.

Schizaster vicinalis Agassiz.

— *Rousseli* Cotteau.

Trachyster Trutati Cotteau.

Ditremaster nux (Desor) Munier-Chalmas.

Holcopneustes Gourdoni Cotteau.

Prenaster alpinus Desor.

Cyclaster Gourdoni Cotteau.

Amblypygus dilatatus Agassiz.

Horiolampas Lorioli Cotteau.

Pygorhynchus aragonensis Cotteau.

Echinolampas ellipsoidalis d'Archiac.

Echinolampas Hovelacquei Cotteau.

Conoclypeus conoideus (Leske) Agassiz.

— *pyrenaicus* Cotteau.

Cidaris Gourdoni Cotteau.

Rhabdocidaris Pouechi Cotteau.

Leiosoma Gourdoni Cotteau.

Micropsis Frossardi Cotteau.

Sur ces vingt-six espèces éocènes, onze déjà connues se sont montrées dans d'autres localités : huit proviennent de l'Eocène moyen, *Linthia Orbignyi*, *L. arizensis*, *Schizaster Rousseli*, *Prenaster alpinus*, *Amblypygus dilatatus*, *Conoclypeus conoideus*, *C. pyrenaicus*, et *Rhabdocidaris Pouechi*. Trois espèces appartiennent à l'Eocène supérieur, *Linthia Heberti*, *Schizaster vicinalis* et *Echinolampas ellipsoidalis*. Une espèce, *Ditremaster nux*, s'est rencontrée jusqu'ici dans l'Eocène moyen et supérieur. Restent quinze espèces nouvelles et non encore rencontrées en dehors de la province d'Aragon. Ces quinze espèces sont réparties en douze genres différents ; ce grand nombre relatif de types nous montre que, dans cette région comme partout ailleurs, la faune éocène est riche et variée. Presque toutes proviennent de la localité de Pobla de Roda, et certaines espèces sont très abondantes en individus. Plusieurs types sont à signaler :

Le *Maretia aragonensis*, par sa forme générale, rappelle le *M. Des Moulinsi* de l'Eocène supérieur de Biarritz, mais en diffère par son aspect plus allongé, par son sillon antérieur plus atténué, par ses aires ambulacraires plus étroites et à zone interporifère presque nulle, par ses gros tubercules plus abondants et les deux aires interambulacraires paires postérieures ; le *Macropneustes Trutati* Cotteau, type beaucoup plus rare, toujours reconnaissable à sa forme allongée, étroite en avant et en arrière, à sa face supérieure renflée en forme de toit et déclive sur les côtés, à son sillon antérieur très large, échancrant fortement l'ambitus, à ses aires ambulacraires paires antérieures divergentes et sensiblement recourbées.

L'*Holcopneustes Gourdoni* constitue le type d'un genre nouveau. Confondu dans l'origine avec les *Trachyaster*, le genre *Holcopneustes* s'en distingue par son sommet plus excentrique, par ses aires ambulacraires beaucoup moins pétaloïdes, plus étroites, plus droites, moins excavées et surtout par son fasciole plus large, plus irrégulier, moins flexueux et très éloigné de l'extrémité des aires ambulacraires. Nous ne connaissons de ce genre qu'une seule espèce, *Holcopneustes Gourdoni*, représentée par des échantillons de différents âges, recueillis tous à Pobla de Roda.

Cyclaster Gourdoni est une espèce bien caractérisée et qui rappelle le *C. ovalis*, décrit et figuré dans la *Paléontologie française*, dont elle

diffère cependant par sa forme encore plus cylindrique et moins rétrécie en arrière, par ses aires ambulacraires moins larges et munies d'une zone interporifère beaucoup plus étroite. L'examen de cette espèce représentée par un grand nombre d'exemplaires parfaitement conservés, nous montre que le fasciole péripétale n'est pas constant chez les *Cyclaster*, et qu'il est, dans certaines espèces, remplacé, même dans la région postérieure, par un fasciole diffus. Chez tous nos échantillons la plaque madréporiforme, étroite et très resserrée par les pores génitaux, pénètre au centre de l'appareil ; elle s'arrête aux plaques génitales postérieures et prouve combien sont étroits les liens qui unissent les *Cyclaster* aux *Isopneustes*.

Leiosoma Gourdoni, espèce subpentagonale et déprimée, présente bien les caractères du type *Leiosoma*, signalé pour la première fois à l'époque tertiaire. Voisine au premier aspect de quelques espèces du genre *Coplosoma*, le *L. Gourdoni* s'en distingue nettement par ses tubercules lisses au lieu d'être crénelés. Le *Micropsis Frossardi* se rapprochant beaucoup au premier aspect du *M. Leymeriei*, dont il diffère cependant par sa face supérieure plus déprimée, par sa face inférieure plus plane et moins arrondie sur les bords, par ses aires ambulacraires garnies de tubercules plus nombreux, plus serrés, placés plus régulièrement sur le bord des zones porifères, par la présence, dans les aires interambulacraires, de tubercules secondaires plus développés et formant vers l'ambitus quatre rangées plus distinctes.

Tous les échinides qui font l'objet de notre travail, au nombre de plus de 400, ont été recueillis par notre collègue M. Maurice Gourdon, alpiniste intrépide, dans des localités inexplorées avant lui et d'un accès souvent difficile.

M. MUNIER-CHALMAS fait observer que M. Cotteau a eu raison de faire de fortes réserves au sujet du genre dans lequel on doit placer l'*Echinoconus Ræmeri* d'Orb. Les recherches qu'il a faites montrent en effet que cette espèce appartient à un genre nouveau caractérisé par l'unité de forme des plaques ambulacraires, tandis qu'elles sont de trois ordres dans les *Echinoconus*. M. Munier-Chalmas désigne ce genre sous le nom de *Pironaster*.

M. SEUNES appelle l'attention de la Société sur la présence d'un *Coraster*, *C. Margaritæ*, parmi les fossiles recueillis par M. Gourdon sur le versant méridional des Pyrénées, dont il n'a pu indiquer le niveau géologique. Sur le versant français, région occidentale, les *Coraster* se rencontrent toujours dans les couches garumniennes

à *Nautilus danicus*, *Isaster aquitanicus*, *Echinocorys semiglobus*, etc; il est donc très probable que l'espèce signalée par M. Cotteau appartient aussi à ce niveau.

M. A. Gaudry signale que M. Le Mesle a trouvé dans le sud de la province d'Oran des bois silicifiés comparables à ceux qui ont été signalés au sud de la Tripolitaine et aux environs du Caire. Ces bois paraissent former une bande continue du Maroc à l'Egypte.

Séance du 6 Janvier 1890

PRÉSIDENCE DE M. A. GAUDRY, ANCIEN PRÉSIDENT

M. Seunes, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société, MM.

DELAS, Directeur des Houillères de Cublac (Dordogne), présenté par MM. Mouret et Zeiller;

D'ARCEL, Conducteur des Ponts et Chaussées, à Toulon (Var), présenté par MM. Bertrand et Zurcher;

LORY, Préparateur de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble, présenté par MM. Bertrand et Kilian;

DAVID MARTIN, Professeur au Collège de Gap, présenté par MM. Kilian et Haug.

Le Président annonce une nouvelle présentation et fait part du décès de MM. DESLONGCHAMPS, COSSON et GEREST.

Il est procédé au vote pour l'élection du Président de la Société.

M. MARCEL BERTRAND, ayant obtenu 137 voix sur 158 votants, est proclamé Président pour l'année 1890.

Puis sont élus successivement :

Vice-Présidents : MM. MUNIER-CHALMAS, FISCHER, SEUNES et DEPÉRET.

Secrétaires : MM. J. BERGERON et HAUG.

Vice-Secrétaires : MM. DEREIMS et THIÉRY.

Trésorier : M. DOUVILLÉ.

Membres du Conseil : MM. FAYOL, MALLARD, BIOCHE et NICKLÈS.

Par suite de ces élections, le Bureau et le Conseil sont composés, pour l'année 1890, de la manière suivante :

Président : M. MARCEL BERTRAND.

Vice-Présidents :

MM. MUNIER-CHALMAS.
FISCHER.

MM. SEUNES.
DEPÉRET.

Secrétaires :

MM. J. BERGERON, p. la France.
HAUG, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

MM. DEREIMS.
THIÉRY.

Trésorier :

M. DOUVILLÉ.

Archiviste :

M. FERRAND DE MISSOL.

Membres du Conseil :

MM. A. GAUDRY.
MICHEL LÉVY.
DE MARGERIE.
VÉLAIN.
SCHLUMBERGER.
DE LAPPARENT.

MM. CAREZ.
PARRAN.
FAYOL.
MALLARD.
NICKLÈS.
BIOCHE.

Dans sa séance du 20 janvier 1890, le Conseil a fixé, de la manière suivante, la composition des Commissions pour l'année 1890 :

1^o *Commission du Bulletin* : MM. GAUDRY, DE LAPPARENT, SCHLUMBERGER, MALLARD, CAREZ.

2^o *Commission des Mémoires* : MM. HÉBERT, MUNIER-CHALMAS, VÉLAIN.

3^o *Commission de Comptabilité* : MM. PARRAN, FERRAND DE MISSOL, FAYOL.

4^o *Commission des Archives* : MM. MOREAU, BIOCHE, SCHLUMBERGER.

5^o *Comité de publication des Mémoires de Paléontologie* : MM. GAUDRY, MUNIER-CHALMAS, DOUVILLÉ, ZEILLER, BERGERON.

Séance du 20 Janvier 1890

PRÉSIDENCE DE M. FAYOL, PUIS DE M. MUNIER-CHALMAS.

M. Seunes, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. FAYOL invite M. MUNIER-CHALMAS et les Secrétares nouvellement élus à prendre place au Bureau.

M. MUNIER-CHALMAS est chargé par M. BERTRAND, qui ne peut assister à la séance, de remercier la Société de l'honneur qu'elle lui a fait en l'appelant à la Présidence.

M. BERTRAND remercie également les Secrétares qui, par les réformes qu'ils ont introduites, ont apporté une réduction de 20 % dans le budget; grâce à l'initiative de M. Bergeron, la Société a été dotée d'une publication nouvelle sans que le budget ait été grevé.

M. MUNIER-CHALMAS remercie, en son nom, la Société qui lui a fait l'honneur de l'élire Vice-Président à la presque unanimité des suffrages.

Le Président fait part du décès de M. Toschi, à Imola (Italie).

M. de Lapparent annonce la mort de M. DAUSSE, ancien Membre de la Société, qui s'était fait connaître par d'importants travaux géologiques.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame Membre de la Société, M. HENRY LASNE, Ingénieur des Arts et Manufactures, demeurant 57, rue Boileau, Paris-Auteuil, présenté par MM. Fischer et Le Mesle.

Il annonce ensuite une présentation.

M. Albert Gaudry présente, au nom de M. de Saporta, un volume intitulé : *Les dernières adjonctions à la Flore fossile d'Aix-en-Provence*. Parmi tant de travaux importants que M. de Saporta a publiés, celui qui a pour objet la flore fossile d'Aix est celui qui l'a occupé le plus longtemps. Vivant à Aix, il était à même d'y recueillir lui-même une multitude d'échantillons. Il a fait, en 1863, un premier travail. En 1872, il a donné un supplément en trois fascicules, et aujourd'hui, il nous apporte encore un livre sur le

même sujet. Ce volume comprend d'abord une étude stratigraphique sur le gisement des plantes. Notre regretté confrère, M. Fontannes, qui avait exploré tous les terrains tertiaires de la Provence, s'était occupé d'Aix et au lieu d'attribuer le gisement des plantes à l'Éocène supérieur, il l'avait rapporté au Tongrien inférieur. Cette opinion paraissant à M. de Saporta en contradiction avec les indications fournies par la paléontologie végétale, il a voulu la discuter à fond; il a fait des coupes de terrains et a recueilli beaucoup de coquilles pour la détermination desquelles il a eu recours aux lumières de M. Douvillé. Après ces recherches, il continue à croire que les plantes d'Aix appartiennent à l'Éocène supérieur.

La plus grande partie du volume de M. de Saporta est consacrée à l'examen des plantes; je ne peux mieux faire que de prier M. Zeiller de vous en entretenir.

M. Zeiller prend ensuite la parole :

Je demande à la Société la permission d'ajouter à ce que vient de dire M. Gaudry, quelques mots de compte rendu consacrés spécialement à la partie paléophytologique du nouveau travail de M. de Saporta. Grâce à ses persévérantes recherches et à celles de quelques personnes encouragées par ses conseils, la flore d'Aix est aujourd'hui, parmi les flores provenant d'une seule localité d'un niveau déterminé, la plus riche qui soit connue. Elle ne compte, en effet pas moins de 500 espèces différentes sur lesquelles 237 seulement avaient été reconnues avant la publication de l'ouvrage qui vient d'être présenté; parmi celles-ci quelques-unes avaient donné lieu primitivement à des interprétations erronées, qui se trouvent rectifiées de la manière la plus intéressante dans les *Dernières adjonctions*.

C'est ainsi que les ramules rapportés généralement au genre de Santalacées australien *Leptomeria* ont été reconnus par notre savant confrère d'Aix pour des fragments d'inflorescences de Palmiers analogues à celles des *Sabal* ou des *Chamærops*; d'autre part, une étude attentive lui a montré que les feuilles, si abondantes à Aix, qu'il avait jadis rattachées aux Protéacées et désignées sous le nom de *Lomatites*, devaient être rapprochées, en raison de leur conformité parfaite, de celles des *Baccharis* et représentaient ainsi des Composées frutescentes, attribution confirmée par la fréquence des akènes à aigrettes poilues qui leur sont associés. Comme types génériques nouveaux, en dehors de ces inflorescences de Palmiers ou *Palæorachis* et de ces *Baccharites*, je signalerai comme particulièrement remarquable une forme très singulière d'Isoétées, le genre *Isoetopsis*, découvert par M. Philibert, et constitué par de

courtes écailles portant à leur base un sporange placé et conformé comme celui des *Isoetes*; ce qui distingue essentiellement le genre *Isoetopsis*, c'est l'avortement presque complet du limbe des feuilles fertiles. Parmi les Conifères, des ramules articulés à feuilles verticillées par quatre, soudées entre elles et décurrentes, indiquent un genre voisin des *Frenela* et des *Callitris*, mais surtout des *Frenelopsis* crétacés, le genre *Philibertia*, dont on a réussi à découvrir un strobile encore attaché au rameau.

Enfin, il convient de mentionner un nombre important de Mousses fort intéressantes, recueillies et déterminées par M. Philibert et dont quelques-unes montrent leurs organes fructificateurs.

Il y aurait également, dans d'autres groupes, soit parmi les Fougères, soit parmi les Monocotylédones ou les Dicotylédones, bien des faits nouveaux à citer, mais dont le détail risquerait de nous entraîner trop loin; je ferai remarquer seulement que, parmi ces espèces nouvelles, un bon nombre est représenté par des inflorescences ou des graines de très petite taille, qui auraient passé inaperçues pour la plupart des chercheurs et dont la découverte et la détermination attestent l'attention passionnée avec laquelle M. de Saporta s'est attaché à poursuivre les moindres débris capables de l'aider à la reconstitution de l'ancien tapis végétal; il est parvenu ainsi à reconnaître la présence de nombreuses Graminées, représentées notamment par leurs épillets, de plusieurs *Carex* ou *Cyperus* dont les utricules caractéristiques sont facilement reconnaissables, de diverses Composées, Ombellifères, Polygalées, de vestiges de Trèfles, d'indices de Renonculacées et peut-être de Saxifragées, de Caryophyllées, en un mot de formes beaucoup plus voisines de celles qui peuplent actuellement la région qu'on ne pouvait s'y attendre d'après l'ensemble de la flore, du moins à en juger par les espèces arborescentes qui forment l'immense majorité.

Si l'on examine la façon dont se répartissent ces espèces entre les divers groupes, classes ou familles, ou si on les compare elles-mêmes à leurs congénères de la flore actuelle, on est amené à conclure que les plantes qui constituent la flore d'Aix ont dû vivre pour la plupart sous un climat sec et chaud; quelques-unes cependant n'avaient pas les mêmes exigences, et dénotent l'existence, à portée du lac où se sont faits les dépôts marneux et gypseux d'Aix, de massifs montagneux boisés, peuplés d'autres essences que les vallées inférieures.

En définitive, si on laisse de côté certains genres dont l'aire actuelle d'habitation est trop étendue pour que leur présence puisse

fournir aucune indication, on peut répartir les genres observés dans la flore d'Aix en trois groupes : ceux qui habitent encore la région méditerranéenne, et dont la plupart contribuent à donner à la flore actuelle de cette région son facies caractéristique, ceux qui ont émigré à plus ou moins grande distance, et ceux qui se sont définitivement éteints. Il est à noter que l'on ne retrouve pas, dans le premier de ces groupes, de représentants des types qui peuplent aujourd'hui l'Europe centrale, et qui ne se sont étendus jusqu'en Provence qu'à des époques géologiques un peu plus récentes.

Parmi les formes végétales qui ont quitté le pays, un certain nombre est encore représenté aujourd'hui à peu de distance de la région méditerranéenne et n'a fait que reculer quelque peu vers le sud ; tels sont notamment les genres *Callitris*, *Dracena*, *Persea*, *Oreodaphne*, *Myrsine*, *Diospyros*, *Celastrus*, *Acacia*. D'autres, au contraire, ne se retrouvent plus maintenant qu'à de grandes distances, soit dans la zone intertropicale, soit dans la région austro-orientale de l'Asie, soit au sud de l'Afrique, et quelques-uns dans l'Amérique du Nord.

Quant aux genres disparus pour jamais, ils sont peu nombreux : j'ai cité précédemment deux d'entre eux, *Isoetopsis* et *Philibertia* ; il faut y ajouter, parmi les Monocotylédones, les *Rhizocaulon*, si abondants sur les bords du lac d'Aix, et parmi les Dicotylédones, les genres *Anæctomeria* et *Heterocalix*.

Cette flore, remarquablement riche, a fait place, dans la suite des temps, à la flore actuelle par une série graduelle de transformations dont on suit la trace à travers les formations géologiques subséquentes de la même région et qui attestent toutes un refroidissement continu du climat et une augmentation constante de l'humidité atmosphérique : les types tropicaux sont devenus peu à peu de plus en plus rares et ont fini par s'éliminer complètement, tandis que les végétaux à feuilles caduques descendus des régions boréales venaient combler les vides et prenaient une extension et une prépondérance de plus en plus marquées.

M. Haug présente un travail de M. L. Teisseyre, de Tarnopol, intitulé « *Proplanulites, novum genus* ». Le genre *Proplanulites* a été créé par l'auteur pour le groupe de l'*Ammonites Kœnighi* Sow., qui n'aurait aucun rapport avec le genre *Perisphinctes*, dans lequel on le range d'ordinaire, et qui se rapprocherait davantage du genre *Quenstedticeras* (groupe de l'*Amm. Lamberti*). M. Haug fait ressortir les relations qui lui paraissent exister entre le groupe de l'*Amm.*

Kænighi et celui de l'*Amm. okensis* (? *Holcostephanus*) de l'étage volgien de Russie.

M. de Lapparent offre à la Société, de la part de l'auteur, M. Thoulet, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, deux brochures (voir la liste des Dons) relatives à l'Océanographie. Cette science, qui, depuis quelques années, s'est nettement individualisée en Allemagne, a pour objet l'étude de tout ce qui se passe dans le sein des mers ou à leur surface. C'est par elle que les géologues apprendront comment se répartissent les dépôts marins, quel est l'habitat des êtres vivants océaniques et quelles circonstances influent sur leur distribution ; toutes questions du plus haut intérêt pour la solution des problèmes géologiques.

M. Thoulet consacre ses efforts à la vulgarisation, en France, des données et des méthodes de l'Océanographie. Chargé d'une mission scientifique à l'étranger, il a étudié particulièrement ce qui se fait en Suède, d'où est partie l'expédition du *Vöringen*, et en Écosse, où est établi le siège des opérations de l'infatigable M. J. Murray, le naturaliste du *Challenger*. En outre, M. Thoulet a lui-même exploré les bancs de Terre-Neuve et recueilli d'intéressantes observations sur leur composition et leur allure. L'exploration de ces bancs sous-marins a amené un résultat assez inattendu ; elle a fourni aux marins l'occasion d'imaginer une méthode assez sûre pour leur permettre de s'orienter, dans le voisinage des côtes, par un temps d'épaisse brume. A supposer que la carte hydrographique sous-marine soit déjà dressée, des sondages convenablement répétés, avec prises d'échantillons, donneront le moyen de reconnaître où l'on est, en comparant les données recueillies avec les indications d'une carte où les bancs seraient figurés, non seulement par des courbes bathymétriques, mais par des teintes faisant connaître si le fond est de sable, de vase, de coquilles, etc.

Par suite des changements adoptés par le Conseil, dans le mode de publication des *Mémoires de Paléontologie*, la Société est appelée à voter sur les modifications suivantes aux articles du règlement, relatifs aux mémoires :

ART. 61. — Les Mémoires de la Société forment une publication à part, à laquelle ne donne pas droit la cotisation annuelle des Membres de la Société.

ART. 61 *bis*. — Parmi ces Mémoires, ceux de Paléontologie sont publiés d'une façon régulière, par fascicules trimestriels. On pourra s'y abonner par souscription annuelle.

ART. 62. — Les Membres de la Société obtiennent les Mémoires antérieurs à la nouvelle publication et tous les Mémoires de Stratigraphie qui paraîtront ultérieurement, à un prix moindre que celui du libraire.

Ils ne peuvent en profiter qu'autant qu'ils sont au courant de leur cotisation.

ART. 63. — L'auteur d'un travail inséré dans les Mémoires de la Société a droit à vingt exemplaires gratuits. Toutefois, sur sa demande, il lui en sera accordé un nombre supérieur, à un prix inférieur à celui fixé pour les libraires.

ART. 64. — Le Conseil détermine les Mémoires qui doivent être publiés dans les *Mémoires de Stratigraphie*, après qu'ils ont été présentés en séance et déposés au Secrétariat.

Le vote sur chaque Mémoire a lieu au scrutin secret.

Un Membre du Conseil ne peut assister à la délibération et au vote qui ont pour objet un Mémoire dont il est l'auteur; mais il peut auparavant donner au Conseil, à ce sujet, les explications qu'il juge convenables. Cette faculté appartient également à tout membre de la Société.

ART. 64 bis. — Aucun travail de Paléontologie ne peut être imprimé dans les *Mémoires de Paléontologie* s'il n'a été soumis à l'acceptation d'un Comité spécial de publication.

Ce Comité de publication, composé de cinq membres, est élu pour une période de trois ans, par le Conseil de la Société géologique, dans sa première séance de janvier. Tous les membres de ce comité sont rééligibles.

Chaque année, le Comité rendra compte au Conseil de la Société, dans sa première séance de janvier, de l'état de la publication des Mémoires de Paléontologie:

Ces articles sont mis aux voix et adoptés successivement.

M. A. Gaudry fait la communication suivante :

Remarques sur le nom générique d'Hipparion

par M. Albert Gaudry

Les ancêtres de nos Chevaux, auxquels de Christol a donné le nom d'*Hippeaux*, ont formé des troupes immenses à la fin du Miocène et il en existait encore dans le milieu du Pliocène. Il n'y a pas de

quadrupède qui aient laissé de plus nombreux débris; il importe donc que leur nom générique soit bien fixé.

Notre éminent confrère des Etats-Unis, M. Cope (1), vient de proposer de substituer au nom d'*Hipparion*, celui d'*Hippotherium*, qui a été donné en 1833 par Kaup : « Je n'ai pu, dit-il, me référer à l'essai dans lequel le plus ancien nom, celui de Christol, a été publié, mais, suivant Bronn, il n'était accompagné d'aucune description générique.... L'emploi de son nom (*Hipparion*) ne me semble donc pas justifié. »

La note où le genre *Hipparion* a été établi a pu échapper facilement aux recherches des auteurs par la raison que voici : elle a été insérée dans les *Annales des sciences et de l'industrie du Midi de la France*, vol. I, p. 480, Janvier 1832; dans ce volume, se trouve le mémoire de Christol intitulé : *Comparaison de la population contemporaine des Mammifères de deux bassins du département de l'Hérault*; or, ce n'est pas dans ce mémoire que la note sur l'*Hipparion* a été mise; elle ne porte ni nom d'auteur, ni titre spécial, mais simplement le titre de *Nouvelles de science et d'industrie*, qui n'est pas même mentionné dans la table des matières à son numéro de pages.

Voici des extraits de cette note : M. Jules de Christol « a découvert dans le département de Vaucluse, un genre inconnu de *Pachyderme* fossile. Ce genre.... est très rapproché des solipèdes.... Indépendamment de la petitesse de sa taille, qui est inférieure à celle du Zèbre, il est remarquable par les caractères particuliers de son système dentaire et de ses pieds.... Les molaires qui, dans le Cheval, le Zèbre, l'Ane et les autres solipèdes se montrent constamment fidèles à se maintenir dans les formes du type normal de leur genre, s'écartent ici de ce type uniforme des solipèdes.... La presque île qui se trouve située sur le bord interne des molaires de solipèdes, se change ici en un cône isolé entre les deux piliers de la couronne, comme dans le Cerf.... Les doigts sont au nombre de trois au moins aux membres antérieurs....; les deux latéraux sont plus courts et moins forts que celui du milieu. Dans les solipèdes, comme on le sait, il n'y a qu'un seul doigt développé à chaque pied. Les stylets ou métacarpiens et métatarsiens rudimentaires des solipèdes sont ici remplacés par des organes complets supportant des phalanges.

« MM. de Blainville et Cordier qui, à notre prière, ont bien voulu entreprendre la comparaison effective des diverses pièces de cette

(1) A Review of the North American species of *Hippotherium* (Proceedings American philos. soc. 1881, p. 434).

espèce antédiluviennne avec toutes les espèces de solipèdes vivants et fossiles du Museum d'histoire naturelle de Paris, n'hésitent pas à croire qu'il n'existe rien de semblable parmi les animaux connus. »

« Le genre auquel nous avons imposé le nom d'Hipparion était accompagné d'un Rhinocéros de petite espèce, d'un très grand Sanglier, d'un Cerf, etc. »

Dans le second volume des *Annales des sciences et de l'industrie du Midi de la France*, qui porte la date de Mai 1832 (p. 24), de Christol revient sur sa découverte à Cucuron du « *pachyderme voisin du Cheval auquel il a donné le nom d'Hipparion et dont les os se trouvent par milliers* ». Il annonce qu'il a trouvé à Montpellier une pièce du même animal : « *je la compare, dit-il, avec sévérité aux canons de mon hipparion, et j'éprouve la satisfaction de voir qu'il y a non pas seulement ressemblance, mais identité absolue. . . .* »

Enfin je rappellerai que de Christol, dans une note adressée à la Société géologique de France (2^e série, vol. ix, p. 255, 1852) a lui-même fait une réclamation en faveur du nom d'*Hipparion* proposé par lui en Février 1832, auquel, dit-il, on a essayé de substituer le nom d'*Hippotherium*.

Je pense qu'ayant ces renseignements, les paléontologistes n'hésiteront plus à accepter le nom d'*Hipparion* proposé par de Christol en Janvier 1832, d'après la découverte faite par lui en Mai 1831.

M. Schlumberger fait la communication suivante :

Seconde note sur les Holothuridées fossiles du Calcaire Grossier,

par M. Schlumberger.

Dans la séance du 9 Mars 1888 j'ai présenté à la Société géologique une note sur les Holothuridées fossiles du Calcaire Grossier de Chaussy; malheureusement, je me suis trop pressé de publier cette découverte et ma note contient quelques erreurs que j'ai le devoir de rectifier.

Je n'ai du reste pas trop à les regretter, car elles m'ont valu, de la part de deux savants étrangers, de précieux témoignages de confraternité scientifique et m'ont obligé à de nouvelles recherches qui

ont considérablement accru le nombre des genres et des espèces de l'Éocène parisien.

Aussitôt après avoir pris connaissance de ma note, le Révérend Norman de Burmoore Rectory a appelé mon attention sur l'étroite ressemblance entre mes spicules de *Stueria elegans* et ceux du *Myriotrochus Rinckii* Steenstrup, espèce vivante des mers froides. Il a fait encore mieux en m'envoyant en communication une fort belle série de préparations des spicules de cette espèce et de quelques autres Holothuridées des mêmes parages.

D'autre part, M. Hjalmar Théel, prosecteur à l'Université d'Upsala, dont on connaît la haute compétence pour cette classe d'animaux, m'a fort obligeamment envoyé ses beaux travaux sur le *Myriotrochus Rinckii* de la Nouvelle-Zemble, sur l'*Elpidia glacialis* de la mer de Kara, et m'a offert son concours pour l'examen de mes spicules fossiles.

D'après les indications de ces deux savants, je puis aujourd'hui réparer mes erreurs et donner une liste beaucoup plus complète de nos Holothuries de l'Éocène.

Leur classification ne laisse pas que de présenter certaines difficultés : les animaux ayant disparu en ne nous laissant que des parties très secondaires de leur organisme. Les genres vivants *Synapta*, *Chirodata*, *Myriotrochus*, etc. de l'ordre des *Apoda*, ont des spicules principaux nettement caractérisés et qui leur sont spéciaux. Nous pouvons donc, avec la plus grande probabilité, rapporter à ces genres les spicules fossiles qui se rapprochent des leurs par leur forme.

Il n'en est plus de même pour les genres de l'ordre des *Pedata*. Parmi ceux-ci on trouve, par exemple, le *Thyonidium cebuense* Semper, qui a certains de ses spicules absolument identiques à ceux du *Cucumaria longipeda* Semper; de plus, dans une seule et même espèce actuelle, on constate la présence de spicules de plusieurs formes très différentes. Dès lors on ne peut plus, avec une certitude suffisante, identifier les formes fossiles et vivantes, et les spicules que, dans ma première note, j'attribuais au genre *Thyonidium*, ont pu appartenir aussi bien à un *Cucumaria* ou à un *Stichopus*.

Je suivrai donc le conseil que me donne M. Théel en comprenant tous ces genres fossiles sous un même nom générique : il me proposait le terme « *Forma* » qui me semble un peu trop général, et comme tous ces spicules se rapportent à ceux des genres vivants du second ordre des Holothuridées, je préfère les désigner sous le nom

de *Priscopodatus*, qui rappelle à la fois leur ancienneté et leurs rapports à ce groupe.

Dans le tableau suivant je joindrai aux espèces nouvelles que j'ai recueillies celles qui figurent dans ma note précédente.

I. Ordre APODA

Genre SYNAPTA Eschscholtz.



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

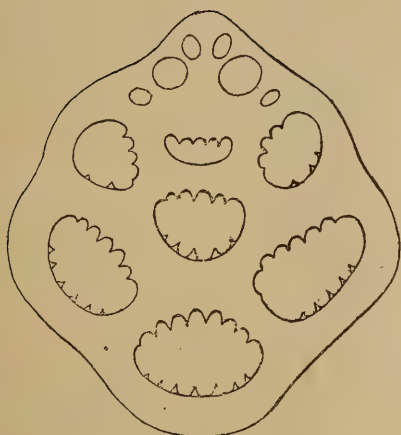


Fig. 5



Fig. 4

Synapta eocena Schlumb. (1), fig. 4-4 au gr. de $\frac{135}{1}$, Fig. 5.

(1) Bull. de la Soc. géol. de France, 3^e sér. T. XVI, p. 437.

Dans mes dernières recherches j'ai trouvé des plaques d'une dimension beaucoup plus grande, fig. 5, que celles que j'avais dessinées antérieurement (Fig. 1-3). Elles ont le même contour pyriforme, le même nombre et la même disposition des perforations à denticules opposés. Ces plaques varient entre elles par le nombre des petites perforations de la pointe, mais il est impossible de dire si la plus grande appartient à une autre espèce ou à un individu de plus grande taille. L'attribution des spicules en ancre reste douteuse. (Fig. 4.)

Très commune dans le gisement de Chaussy (1).



Fig. 6.

Synapta Stueri Schlumberger, fig. 6.

Plaques de contour hexagonal allongé terminées à l'extrémité par une pointe obtuse. Elles sont percées de sept perforations principales, ovalaires, denticulées sur leurs deux bords opposés. Trois d'entre elles sont situées dans l'axe, et vers la pointe on voit cinq trous plus petits sans denticules placés symétriquement contre le bord de la plaque. Trouvé un exemplaire.



Fig. 7.

Synapta renifera Schlumberger, fig. 7.

Plaques à contour circulaire interrompu par un fort sinus rentrant. Sur tout le pourtour et contre le bord on remarque huit perforations ovalaires armées de denticules opposés, tandis que

(1) Je reproduis dans cette note les clichés qui figurent dans la première. Tous les autres dessins ont été exécutés au grossissement de 400 diam. et réduits de moitié à l'exception des figures 31 à 33.

dans le reste de la plaque sept perforations beaucoup plus petites sont irrégulièrement disséminées. Quatre d'entre elles sont denticulées. Trouvé deux fois.

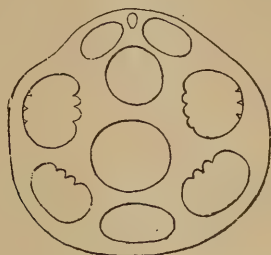


Fig. 8.

Synapta circularis Schlumberger, fig. 8.

Le contour de la plaque est circulaire, légèrement rétréci vers le haut. Sur la ligne médiane on trouve quatre perforations dont l'inférieure est ovale et les autres rondes. La dernière est très petite et est accompagnée de chaque côté d'une perforation ovale. Toutes ces perforations ont leurs bords lisses tandis que les quatre dernières à droite et à gauche de la ligne médiane portent quelques rares denticules. Trouvé un exemplaire.



Fig. 9.

Synapta lævigata Schlumberger, fig. 9.

Plaques se rapprochant beaucoup par leur forme et la disposition des perforations de celles de *Synapta eocena*, mais les perforation sont complètement dépourvues de denticulations et les intervalles qui les séparent sont plus grêles. Trouvé un seul exemplaire, malheureusement incomplet.



Fig. 10.

Synapta truncata Schlumberger, fig. 10.

Le contour légèrement hexagonal de ces plaques les rapproche de celles du *Synapta Stueri*, mais au lieu de se terminer en pointe elle est nettement tronquée. Deux perforations à bords lisses sont situées au-dessous de partie droite, plus bas on remarque six perforations à contour irrégulier plus ou moins dentelées, et plus bas encore six grandes perforations ovalaires armées de denticules nombreux. Trouvé un exemplaire.

Genre **CHIRODOTA**, Eschscholtz.

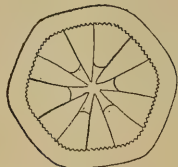


Fig. 11.

Chirodota lanceolata Schlumberger, fig. 11.

Spicule en roue plane, à contour hexagonal avec angles arrondis. Du milieu des côtés partent six rayons assez larges se terminant en pointe vers le centre où ils sont soudés à un plateau hexagonal dont les côtés se raccordent en courbe avec les rayons. À l'extérieur du spicule, fig. 11, les rayons sont en légère saillie sur le plateau, et le bord interne de la jante est finement crénelé. À l'intérieur toute la surface est lisse. Trouvé six exemplaires.

OBSERVATION. — Les spicules de *Ch. lanceolata* sont très semblables à ceux de *Ch. laevis* Fab. du Groenland et, dessinées au même grossissement, les deux figures se superposent exactement, mais les derniers diffèrent par de petites saillies rayonnantes situées entre les rayons sur le plateau du centre.



Fig. 12.

Chirodota curriculum Schlumberger, fig. 12.

Spicules en roue circulaire. Les six rayons pétaloïdes se réunissent à mi-distance du centre. La face interne du spicule est lisse; à la face externe, fig. 12, le bord intérieur de la jante est finement dentelé et au centre du plateau formé par la réunion des rayons se trouve un petit bouton saillant duquel partent six arêtes situées sur la ligne médiane des rayons. Trouvé cinq exemplaires.

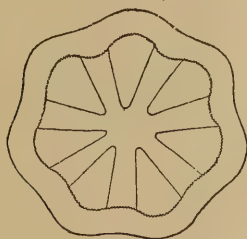
Genre **THEELIA**, Schlumberger.

Fig. 13.



Fig. 14.

Theelia undulata Schlumb. fig. 13, 14.*Chirodata undulata* Schlumb. (1).

Dans ma précédente note j'avais rapproché avec doute les spicules représentés par les fig. 13 et 14 (2) de ceux des *Chirodota*. Monsieur Théel m'a fait observer que tous les *Chirodota* vivants ont des spicules à six rayons et qu'à son avis ceux de *Chirodota undulata* appartiennent à un genre nouveau. Conformément à ces indications je les désignerai sous le nom de *Theelia undulata*. Trouvé douze fois.

(1) Bull. Soc. géol. de France, 3^e S. T. XVI, p. 439.(2) Bull. Soc. géol. de France, 3^e s. T. XVI, p. 440, f. 12-14.

Genre MYRIOTROCHUS, Steenstrup.



Fig. 15.

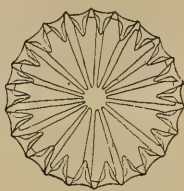


Fig. 16.

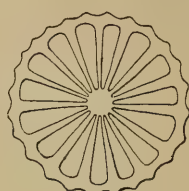


Fig. 17.

Myriotrochus elegans Schlumberger. Fig. 15-17.

Stueria elegans Schlumb.

Le *Myriotrochus Rinckii* Steenstr. est une Holothurie des mers froides du Nord. On l'a trouvée au Groenland, à la Nouvelle-Zemble, à Vaïgatch et dans la mer de Kara. Reconnue pour la première fois par Steenstrup, en 1851, elle a été mentionnée par Huxley et d'autres auteurs et a fait l'objet d'un travail remarquable de M. Hjalmar Théel (1). A la planche I, fig. 4 de sa note, l'auteur donne la figure des roues calcaires fixées dans le tissu conjonctif de l'épiderme. Ces mêmes roues sont figurées dans l'ouvrage de MM. Danielssen et Korren (2).

Les détails donnés par ces auteurs sur la forme générale de ces spicules, sur le nombre variable des rayons et des dents, etc., concordent d'une manière si remarquable avec les caractères des spicules fossiles de *Stueria elegans* qu'il est impossible de maintenir ce genre. Les *Myriotrochus* existaient donc déjà à l'époque du Calcaire Grossier et leurs spicules ne diffèrent de ceux de la forme vivante que par quelques détails de minime importance. Les roues de *M. Rinckii* ont un nombre de rayons un peu plus considérable (16 à 24, d'après Théel, au lieu de 12 à 19), les dents sont relativement plus fortes et le plateau du centre est écailleux, d'après la figure de Danielssen et Korren (3), tandis qu'il est lisse dans le *M. elegans*.

(1) Note s. q. Holothuries des mers de la Nouvelle-Zemble, Soc. royale des Sc. d'Upsal, 1877.

(2) Den Noiska Nordhavs Exp. 1882.

(3) Dans la figure donnée par Théel, le plateau est lisse; j'ai pu vérifier sur la préparation que m'a confiée le Rév. Norman que la fig. de Danielssen et Korren est exacte.

Les spicules fossiles ont parfois, comme le montre la figure 15, des rayons bifides.

J'ai encore, à leur sujet, à rectifier une erreur d'optique. Les lames qui forment les rayons sont simples. La lame perpendiculaire, que j'ai signalée et dessinée (1), n'appartient pas au spicule. Elle s'est formée pendant la fossilisation par la juxtaposition très régulière de petits cristaux calcaires qui lui donnent l'apparence dentelée. Dans mes dernières recherches j'ai trouvé des roues dans lesquelles ce dépôt cristallin entoure aussi les dents. Très commun dans le sable de Chaussy.

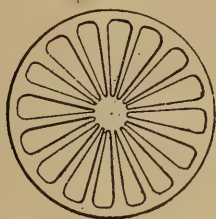


Fig. 18.



Fig. 19.

Myriotrochus operculum Schlumberger. (Fig. 18, 19).

Spicules en roues planes, régulièrement circulaires, dont le centre est occupé par un petit plateau rond d'où partent de nombreux rayons (14 à 16), aboutissant à une jante étroite. La face interne du spicule, fig. 18, est lisse, à la face opposée, fig. 19, la jante est garnie d'une série de petites dents assez espacées. Trouvé cinq exemplaires.

II. Ordre PEDATA

Genre PRISCOPEDATUS, Schlumberger.

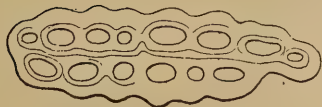


Fig. 20.



Fig. 21.

Priscopedatus irregularis Schlumberger, fig. 20, 21.

Spicules en plaques planes, allongées, environ trois fois plus

(1) Bull. Soc. géol. France 3^e Sér. T. XVI, p. 441, f. 14.

longues que larges, à contour sinueux, percées de deux rangées de perforations ovalaires séparées par une saillie médiane qui se prolonge autour de quelques-uns des trous. Il est probable que la fig. 44 doit se rapporter à un de ces spicules en voie de formation. Trouvé deux exemplaires.

Observation. Parmi les Hôlothuridées vivantes on trouve des spicules semblables dans *Holothuria discrepans* Semper (1).



Fig. 22.

Priscopedatus margaritatus Schlumberger, fig. 22.

Plaques analogues aux précédentes. Elles s'en distinguent par la présence de trois séries de tubercules saillants correspondant aux perforations. Trouvé un exemplaire.

Observation. Chez la *Cucumaria leonina* Semper, on trouve des spicules analogues (2).

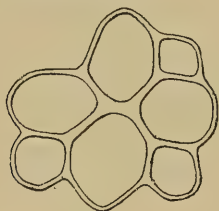


Fig. 23.



Fig. 24.

Priscopedatus Normani Schlumberger, Fig. 23, 24.

Spicules constitués par un réseau très grêle formé de quatre grandes mailles polygonales juxtaposées et de mailles plus petites placées extérieurement entre les premières. La face interne du spicule, fig. 23, est plane; du côté externe, comme le montre la fig. 24 dessinée en perspective, quatre piliers s'élèvent sur les arêtes séparatives des grandes mailles et se réunissent deux à deux en diagonale par des traverses.

Observation. On peut rapprocher de ces spicules certaines formes

(1) Semper. Reise in den Philippinen, Pl. XI, f. 7-8.

(2) Semper, loc. cit. Pl. XV, f. 9.

de *Holothuria lactæa* Th. et d'un *Trochostoma* de la faune actuelle (1).



Fig. 25.



Fig. 26.



Fig. 27.



Fig. 28.



Fig. 29.

***Priscopedatus pyramidalis* Schlumb. Fig. 25-29.**

La face interne, fig. 25, de ces spicules, est un disque plan à contour circulaire ondulé, huit ou neuf perforations sont régulièrement disposées autour d'une perforation centrale plus grande. Au bord de cette ouverture, à la face externe, fig. 26 (dessinée en perspective) s'élèvent quatre piliers obliques, unis par une traverse à mi-hauteur et soudés au sommet, qui constituent une lanterne pyramidale. Assez commun.

Observation. Les deux spicules que j'ai figurés dans ma première note (fig. 28 et 29) (2) appartiennent à cette espèce. J'y joins celui que représente la fig. 27, quoique le nombre des perforations soit plus élevé et qu'elles soient plus petites relativement aux parties solides qui les entourent.

Dans la faune vivante le *Thyonidium cebuense* Semper et *Holothuria discrepans* Semper (3) ont des spicules presque identiques à ceux de *P. pyramidalis*.



Fig. 30.

***Priscopedatus propinquus* Schlumb. Fig. 30.**

Ce spicule ne diffère du précédent que par les crénulations plus accentuées du contour et par la présence sur le pourtour de la face

(1) H. Théel, Challenger Report, vol. IV, pl. II, f. 7 et pl. X, fig. 9.

(2) Bull. Soc. géol. France, T. XVI, p. 440.

(3) Semper (Op. cit.), Pl. XIII, fig. 25.

202 SCHLUMBERGER. — HOLOTHURIDÉES DU CALCAIRE GROSSIER 20 janv.
interne de quelques tubercules saillants (1). Trouvé un exemplaire.



Fig. 31. Gross. $\frac{100}{1}$



Fig. 32.

Priscopedatus multiforis Schlumb. Fig. 22 et 23.

Ce sont les plus grands spicules de cet ordre que j'aie trouvés à Chaussy. Ils sont formés d'une plaque concave, fig. 31, à contour fort irrégulier, percée de nombreuses perforations rapprochées les unes des autres. L'une d'elles, la plus grande, est surmontée à la face externe, convexe, du spicule, d'une lanterne formée par quatre piliers qui se soudent très près de la plaque, fig. 32. Trouvé cinq exemplaires.



Fig. 33. Gr. $\frac{100}{1}$

Priscopedatus anceps Schlumb. Fig. 33.

Spicule voisin du précédent dont il diffère par des perforations moins abondantes, de plus grandes dimensions relatives, placées autour de la perforation centrale, tandis que de plus petites sont disséminées irrégulièrement sur le pourtour de la plaque. Trouvé deux exemplaires.



Fig. 34.

Priscopedatus corolla Schlumb. Fig. 34.

(1) On a oublié de dessiner deux tubercules de plus, à droite de la figure.

Dans cette espèce les spicules, dont la fig. 34 reproduit la face interne, sont constitués par une plaque circulaire avec un rang de perforations sur le bord. Au centre on voit quatre perforations semilunaires dont les bords extérieurs s'infléchissent en dessous et se prolongent en quatre piliers arqués qui se soudent pour former une lanterne très surbaissée. Trouvé un exemplaire.



Fig. 35.

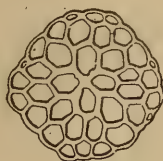


Fig. 36.

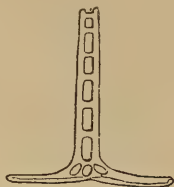


Fig. 37.

Priscopedatus Eiffeli Schlumberger. Fig. 35-37.

Plaque circulaire légèrement concave, fig. 35 et 36, formée d'un réseau très délicat de perforations polygonales nombreuses dont les dimensions vont en diminuant du centre à la circonférence. A la face externe du spicule, fig. 37, et sur les arêtes séparatives des quatre grandes perforations centrales, s'élèvent autant de piliers perpendiculaires. Leur hauteur égale le diamètre de la plaque et ils sont unis deux à deux par cinq traverses presque équidistantes entre elles. Trouvé six exemplaires.



Fig. 38.

Priscopedatus echinatus Schlumberger. Fig. 38.

La figure 38 dessinée en perspective représente un spicule dont le réseau basal est très analogue à celui de l'espèce précédente, mais les piliers de la lanterne sont beaucoup plus courts, ne sont réunis que par une traverse et sont garnis à leurs extrémités de nombreuses épines. Trouvé un exemplaire.

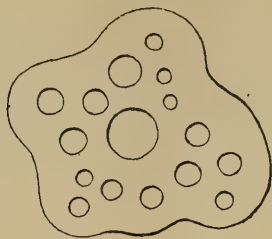


Fig. 39.

Priscopedatus crassus Schlumberger. Fig. 39.

Plaque plane, épaisse, à contour largement ondulé, à perforations circulaires séparées entre elles et du bord par de larges intervalles. La perforation centrale est la plus grande. Lorsqu'on examine ce spicule à la lumière transmise, et par sa face interne, on voit que la perforation centrale est complètement masquée par un bouton saillant que supportent quatre piliers trapus implantés autour du bord, sur la face opposée. Trouvé trois exemplaires.



Fig. 40.

Priscopedatus inæqualis Schlumberger. Fig. 40.

Parmi les Holothuridées vivantes, c'est le *Psolus boholensis* Semp. (1) qui porte des spicules semblables à ceux-ci. La plaque, à contour très irrégulier, est percée de deux ou trois grandes perforations ovalaires, et d'une foule d'autres plus petites irrégulièrement disséminées. Près des perforations et sur le bord de la plaque, on remarque de petites protubérances; deux d'entre elles sont réunies par un arc calcaire passant au-dessus d'une perforation. Trouvé un exemplaire.

(1) Semp. (op. cit.) Pl. XIII, f. 21.

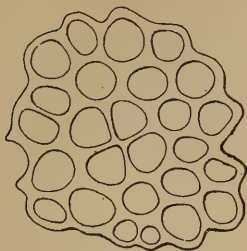


Fig. 41.

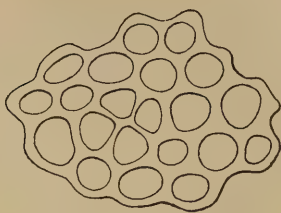


Fig. 42.

Priscopedatus aspergillum Schlumb. Fig. 41, 42.

Spicules en plaques à grandes mailles de forme variée, déterminant un contour général très onduleux. Des bords opposés de la plus grande perforation, centrale ou subcentrale, partent quatre piliers grêles qui se réunissent à une traverse et constituent les arêtes d'une pyramide très-surbaissée. Cet appareil remplace la lanterne des espèces précédentes. Assez commun.

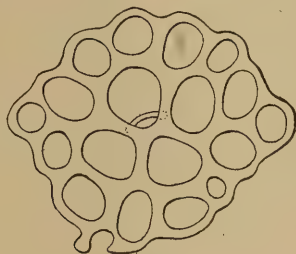


Fig. 43.

Priscopedatus cribellum Schlumberger. Fig. 43.

Autour de quatre grandes perforations subtrigones on voit un cercle d'autres perforations variables de forme et de grandeur. L'ensemble constitue une plaque plane dépourvue de lanterne, mais sur l'une des faces un arc calcaire se développe au-dessus de l'angle de l'une des perforations centrales.

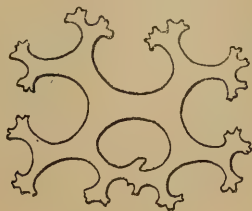


Fig. 44.

Outre les spicules que je viens de décrire, on trouve à Chaussy beaucoup d'autres formes que je n'ai pas dessinées parce qu'elles sont ou trop frustes ou peu différentes des précédentes.

Elles y sont accompagnées de nombreux spicules de Spongiaires (Fig. 44) et de Brachiopodes, ainsi que de pédicellaires d'Echinodermes.

En résumé, on trouve dans l'Eocène parisien onze espèces de spicules de l'ordre des *Apoda* et au moins quatorze de l'ordre des *Pedata*. Ces chiffres donnent une idée de la richesse de la faune d'Holothuridées de la mer éocène, et il est curieux de constater que deux des espèces, le *Myriotrochus elegans* et le *Chirodota lanceolata* avaient des spicules presque identiques à ceux de deux espèces vivantes de nos mers polaires.

En terminant cette note, je dois encore faire amende honorable à MM. Terquem et Berthelin. J'ai émis un doute sur l'attribution de leurs spicules d'*Hemisphæranthos* (1). Or M. H. Théel, dans son travail sur l'*Elpidia glacialis* Th. (2) a décrit et figuré des spicules en roues pleines avec quelques rayons saillants et une jante finement crénelée. Les *Hemisphæranthos* du Lias et de l'Oxfordien sont donc bien des spicules d'Holothuridées.

M. MUNIER-CHALMAS fait remarquer que cette dernière découverte concorde bien avec l'hypothèse émise par M. Hébert, que durant la période éocène, le bassin de Paris communiquait avec la Mer du Nord.

M. de Sarran d'Allard complète les renseignements qu'il a fournis le 15 avril 1889 sur les *Relations des calcaires néocomiens et aptiens de Cruas, du Teil et de Lafarge*.

Une coupe de Cruas au Pont de l'Escoutay, par les hauteurs, présente la succession suivante :

Au-dessus de l'*Hauterivien*, on rencontre le calcaire à chaux hydraulique et à pierre de taille de Cruas, avec bancs plus ou moins développés de calcaire blond à silex, au sommet (*Cruasien*) ; puis un calcaire assez rarement marneux, à *Ammonites difficilis* (*Barutélien*) ; et, enfin, un calcaire d'aspect rocheux, à silex, qui, à Rochemaure, ne renferme pas de réquiénies, alors qu'à Viviers, il

(1) Mém. Soc. géol. de France, 2^e S., T. X.

(2) Kongl. Svenska Vetén. Akad. Handl. B 14. N^o 8.

se présente sous l'aspect coralligène de l'*Urgonien* classique; il passe, à Lafarge, à un calcaire bien stratifié, à chaux hydraulique, contenant, avec *Ammonites recticostatus* et *Ancyl. Emerici*, une faune aptienne et passant, vers le haut, à des marno-calcaires, développés à la Violette. L'*Aptien* du Teil offre les zones suivantes : marnes grises argilo-sableuses, à nodules ferrugineux, marnes calcaires ou calcaires jaunâtres et marnes noires argileuses à *Bel. semicanaliculatus*. A la ferme des Ribes, les marnes grises ont présenté des ammonites ferrugineuses et des bélemnites (*Amm. Dufrenoyi* et *Amm. Matheroni*?) tandis que les marno-calcaires de la Violette ont fourni des ammonites calcaires (*A. cf. Dufrenoyi* et *A. consobrinus*).

Au-dessus de l'*Aptien*, viennent le Gault et le Cénomanién, étudiés par MM. Léonhardt et Toucas.

M. de Sarrahan d'Allard esquisse la Géologie de la ligne ferrée d'Alais au Rhône :

La ville d'Alais est bâtie sur le groupe supérieur lacustre (*Aquitanién*? = *Alaisien*, E. Dumas, p. p.), formé d'argiles à tuiles et de marnes colorées, avec bancs de poudingues, principalement au sommet; sur la rive droite du Gardon, le poudingue bute par faille contre le Néocomien, le Jurassique et le terrain houiller. A la gare du chemin de fer d'Alais au Rhône, ainsi que dans diverses tranchées, des cassures mettent au jour l'*Urgonien* et le Néocomien, au milieu de cet étage, qui, à Célas, fait place au *Tongrien*. Malgré les failles on y reconnaît les zones suivantes : lignites à *Anthracotherium*, marnes à *Melanoides* aff. *Lauræ*, argiles et schistes à insectes et végétaux (*Sabal major*), et conglomérat subordonné. Ces couches sont supportées par le *Ligurien* à *Cyrena* cf. *Dumasi*, *C. alesiensis*, *Limnea longiscata*, qui, par l'intermédiaire de calcaires siliceux, repose sur le lacustre inférieur (*Bartonien* = *Uzégien*, E. D., p. p.), ou bute, par faille, contre le Néocomien de Mons.

Dans la plaine de Brouzet, la ligne recoupe cette assise rubigineuse, uniquement composée d'argiles et de cailloutis; près du village, le lacustre inférieur recouvre le grès d'Uchaux et, plus loin, le calcaire à *Requienia ammonia* (*Donzérien*, Torcapel). Au nord du chemin de fer, les argiles rouges laissent à découvert un lambeau de calcaire lacustre *préséxtien*, sur lequel l'auteur reviendra dans une communication ultérieure.

A Seynes, sous le *Donzérien*, apparaît le *Barrémien* (*secundum* Kilian) formé de marnes et calcaires marneux à *Echinospatagus Ricordeani*, avec barres de calcaires blancs à débris, c'est-à-dire le

Barutélien, qui, à Saint-Just, repose sur le *Cruasien* ou calcaire à silex blond, d'aspect coralligène, avec calcaires bicolores à *Crioceras Duvali*, à la base. Dans le vallon de Saint-Just, on voit au-dessous les marnes hauteriviennes (*A. radiatus* et rares *Ech. cordiformis*), puis l'*Helvien* (schistes à *Am. cf. cryptoceras*, marnes à *Bel. Emerici*, et marnes à *A. Roubeaudi*). A Fontarèche, le calcaire à *Chama* fait place à l'*Aptien* (calc. à *A. consobrinus*, argiles à *A. furcatus*, marnes à *B. semicanaliculatus*) ; le Gault lui succède (grès calcaire à *Orb. lenticulata*, sables phosphatés à *A. auritus* et grès sableux ou durs, ferrugineux). Le Cénomanién présente des assises glauconieuses (rares oursins) ; vient ensuite, une formation de quartzites et de sables ferrugineux, qui, dans certaines localités, a débuté avec le Gault supérieur et qui déborde souvent tous les terrains sous-jacents, puis, la zone lignitifère du *Paulétien*, les grès d'*Uchaux* (*Ost. columba*, *Pyr. canaliculata*) et les grès de *Mornas* (sables, argiles réfractaires et grès siliceux) ; dans une dépression de ces derniers, se rencontrent des lambeaux de mollasse helvétique. Au-dessus des grès de Mornas (*Ucétien*), se présente, à Sabran, le calcaire à *Hippurites* (horizon de Piolenc).

Quant au tracé du chemin de fer, il se maintient sur le Néocœmien supérieur ou sur le Gault, puis il entame les alluvions de la Tave ; il recoupe, également, quelques affleurements d'*Astien* (*Cerithium vulgatum*). A la gare de l'Ardoise, on a mis à nu des alluvions et poudingues à éléments altérés (*alluvions pliocènes*, Torcapel), que recouvrent les terrains de transport récents (*alluvions quaternaires et modernes*).

Vient, ensuite, un exposé des mouvements orogéniques et de la formation du sol.

A la suite de cette communication, une discussion s'engage entre MM. CAREZ et DE SARRAN D'ALLARD sur l'origine thermique de certaines couches.

M. PARRAN fait remarquer qu'autour de Pont-Saint-Espirit, certains sédiments crétacés présentent un aspect bien spécial ; on y voit des couches d'argile réfractaire pure, des sables siliceux blancs, sans fossiles. Ce sont des assises sédimentaires qui semblent avoir été modifiées par suite d'apports internes.

M. Le Mesle fait la communication suivante :

Note sur la Géologie de la Tunisie

par M. Le Mesle.

L'impression du Journal de ma seconde mission géologique en Tunisie se trouvant forcément retardée par la publication des importants travaux de mon savant ami et collègue M. Thomas, j'ai pensé qu'il pourrait y avoir intérêt à en extraire dès à présent quelques renseignements utiles à ceux de nos confrères que n'effraieraient pas les difficultés, du reste relatives, d'une exploration dans la Régence ; ils en seraient grandement récompensés par une ample moisson de fossiles dont la plupart, spéciaux à la région, vont être bientôt connus, grâce aux belles monographies de M. Thomas et de ses zélés collaborateurs MM. Gauthier, Péron, Locart et Schlumberger. (1)

Les terrains jurassiques, longtemps méconnus et même mis en doute en Tunisie, jouent cependant un rôle important dans l'orographie de la partie centrale de cette contrée ; ils y forment une série d'îlots, en chapelet, dont la direction générale est à peu près N.E.-S.O. ; ils émergent, au milieu de terrains plus récents, par suite de failles en « boutonnière », pour me servir de l'expression si heureusement introduite par M. de Lapparent, se montrant ainsi circonscrits, isolés.

Les couches supérieures affectent le faciès tithonique ; les quelques fossiles qu'on y a recueillis sont probants (2).

Au-dessous, quand le dénivèlement a été suffisant comme au Dj. Zaghouan, se montrent les marnes rutilantes de l'Oxfordien, telles qu'on les rencontre sur bien des points de l'Algérie ; le faciès

(1) C'est avec l'autorisation expresse et d'après les conseils de M. le Dr Cosson, le regretté Président de la mission scientifique de la Tunisie, que je me suis décidé à présenter cette note à la Société Géologique.

(2) M. Zappi a trouvé au Djeb. Ressas et Zaghouan l'*Ellipsactinia ellipsoidea* ; M. Baldacci a recueilli les fossiles suivants, déterminés par M. Gemmellaro : *Belemnites Genimellaroi*, *Bel. aurifer*, *Phylloceras ptychoicum*, *Lytoceras quadrisculatum*, *Aptychus punctatus*.

M. Aubert a signalé au Dj. bou Kournein : *Simoceras Sautieri*, *Sim. Doublieri*?, *Perisphinctes unicomptus* ; au Dj. Oust, plusieurs *Perisphinctes*, parmi lesquels une forme voisine de *Per. lacertosus* ; au Dj. Zaghouan : *Peltoceras Fouquei*.

et la faune sont bien semblables; j'ai déjà eu l'occasion d'en citer quelques espèces dans le Bulletin : *Belemnites* sp., *Peltoceras transversarium*, *Rhacophyllites tortisulcatus*, *Lytoceras* c.f. *Liebigi*, *Oppelia* c.f. *Bachiana*, *Oppelia* Anar, *Perisphinctes* c.f. *Kobelti* Neumayr, c.f. *colubrinus* (type figuré par Fraas), *Aptychus* du groupe des *lamellosi*; des recherches ultérieures en grossiront certainement beaucoup la liste.

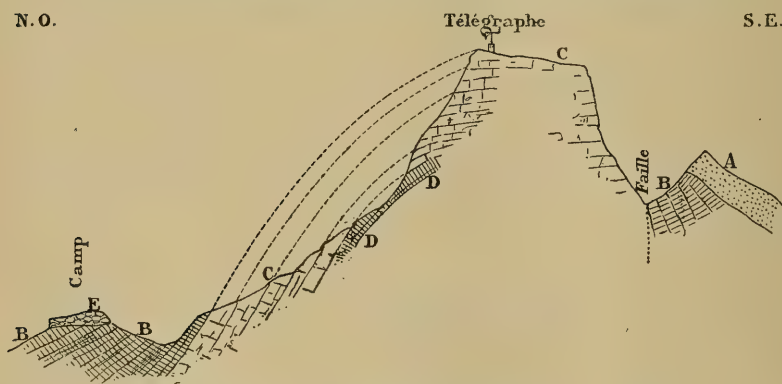
On n'a donc plus d'hésitation sur l'attribution à donner à cette longue série de petits massifs indépendants, qui commence près de Tunis, au Djeb. bou Kournein, se continue par les Dj. Ressas, Sidi Salem, Oust, Zaghouan, etc., et a été constatée au Dj. Djoukar et peut-être même plus loin dans le S. O.

M. le Commandant Marchant m'a signalé, sur la rive gauche de l'Oued Bikbaka, en face du Djeb. Ressas, un riche gisement néocomien avec abondants *Belemnites latus*, *Orbignyanus*, *subfusiformis*, *Rynchoteuthis* sp. et nombreuses ammonites ferrugineuses de types variés; il y aurait intérêt à les étudier et à les décrire.

En l'absence de fossiles caractérisés, il était facile de se méprendre sur l'âge des puissants calcaires qui constituent la masse du Dj. Zaghouan, d'autant plus que, sur le versant N.O., leur contact avec les marnes néocomiennes est presque toujours masqué par des éboulis et des glissements; ce contact, d'ailleurs, est très variable d'allures, comme le montrent les coupes que je crois utiles de reproduire ici.

Fig. 1.

Coupe du Djebel Zaghouan, passant par le camp et le télégraphe.



- A. — Terrain tertiaire.
- B. — Marnes, grès et calcaires du Néocomien et de l'Aptien.
- C. — Calcaires jurassiques (tithoniques).
- D. — Marnes oxfordiennes.
- E. — Nappe de poudingues et de cailloux roulés provenant des éboulis de la montagne.

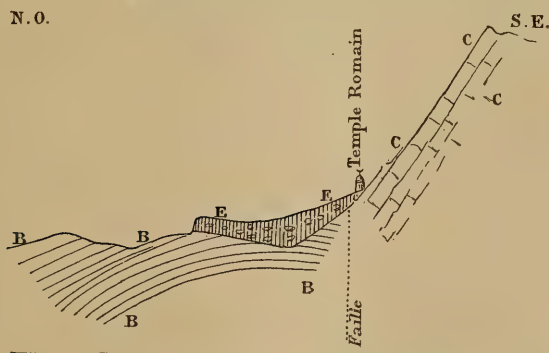
L'interprétation de cette coupe est facile, et ici il n'est pas besoin d'invoquer une faille pour expliquer les relations du Jurassique avec le Crétacé. Les calcaires marneux rouges, d'où proviennent les fossiles recueillis par moi, apparaissent par suite d'une brisure dans la voûte des calcaires tithoniques.

N'ayant que rapidement visité le versant S.E. de la montagne, j'admets l'interprétation de M. Rolland, non toutefois sans faire des réserves absolues sur l'âge de ce Tertiaire, car mon savant collègue de mission a marqué comme éocène, sur la carte publiée pour le service géologique d'Italie, presque toute la presqu'île du cap Bon et une grande partie du nord de la Régence; or, au cap Bon je n'ai su trouver que du Miocène, du Pliocène et du Quaternaire et, dans la région nord, l'affleurement extrême des marnes et calcaires à nummulites se trouve au Djeb. Takrent, à environ 27 kil. N.E. de Bêjà, formant une pointe étroite.

Une seconde coupe relevée un peu plus bas, vers les ruines du temple romain de Nymphæa, présente une assez grande différence, le Crétacé inférieur, à première vue, semblant plonger sous le Jurassique; il y a ici faille évidente. Sur ce point les assises du Jurassique supérieur ne sont pas assez disloquées pour laisser apercevoir les marnes oxfordiennes qui ne réapparaissent que quelques kilomètres plus bas.

Fig. 2.

Coupe prise près de Nymphæa.



B. — Marnes et calcaires noduleux ou gréseux du Néocomien et de l'Aptien.

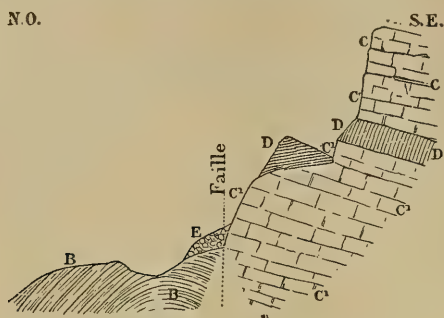
C. — Calcaire jurassique (tithonique).

E. — Éboulis et poudingues.

A environ 4 kil. plus au S.O. l'allure des couches est toute différente, comme le montre le diagramme suivant :

Fig. 3.

Coupe prise à 6 k. S. O. de Zaghouan.



- B. — Marnes, grès et calcaires noduleux du Néocomien et de l'Aptien.
- C. — Calcaires jurassiques (Tithonique).
- C1. — Calcaires jurassiques (infra-oxfordiens).
- D. — Marnes, calcaires rouges de l'Oxfordien.
- E. — Éboulis masquant une faille.

Ici, une plus grande énergie dans le soulèvement permet de voir les calcaires inférieurs aux marnes de l'Oxfordien ; leur faciès est le même que celui des calcaires supérieurs ; comme eux, ils sont en bancs épais, bien réglés. Je n'y ai malheureusement rencontré aucun fossile et suis obligé de m'en tenir à la vague appellation de « infra-oxfordien » ; sur ce point, les marnes oxfordiennes sont bien développées ; un lambeau glissé des couches supérieures forme un piton d'un aspect étrange ; c'est de ce côté que devraient se porter les recherches de fossiles, mais l'accès en est d'un abord difficile et je n'ai eu que le temps d'y constater les traces de quelques ammonites caractéristiques.

Toute la plaine, ou plutôt la partie basse, en se dirigeant à l'ouest, vers Locanda, est extrêmement ravinée et tourmentée ; ce sont des grès, marnes, calcaires noduleux et argiles qui représentent le Néocomien et l'Aptien ; dans la coupe ci-dessus ils butent franchement, par suite de faille, contre les calcaires jurassiques inférieurs.

Les massifs des Dj. Djoukar et Fkirine (1) sont dus au même soulèvement que le Dj. Zaghouan, et les faits observés sur ce point

(1) Sur la carte au 200000^e il y a une interversion de noms entre les Dj. Djoukar et Fkirine ; ils doivent être remplacés l'un par l'autre.

étant absolument analogues, je ne m'y arrêterai pas ; au N. O. du Dj. Djoukar, près de Bent Saïdam, on trouve quelques fossiles dans les marnes néocomiennes ; ils y sont peu nombreux, en assez mauvais état, mais caractéristiques, et c'est un gisement depuis longtemps indiqué par Coquand ; on a aussi signalé, dans le massif du Djoukar, de nombreux gîtes métallifères, fournissant, en tous cas, de jolis échantillons de collection ; ils mériteraient, sans doute, d'être étudiés au point de vue industriel, le chemin de fer de Tunis à Kairouan devant faciliter le débouché de tous les nombreux produits du centre de la Régence.

Quoiqu'ayant passé plusieurs journées à explorer le Djeb. Chérichira, il me semble inutile de parler ici de cet intéressant massif qui a déjà été visité par MM. Thomas et de la Croix ; je me trouve complètement d'accord avec ces Messieurs sur l'interprétation à lui donner, interprétation qui, du reste, ne tardera pas à être présentée au monde savant avec tous les développements qu'elle comporte.

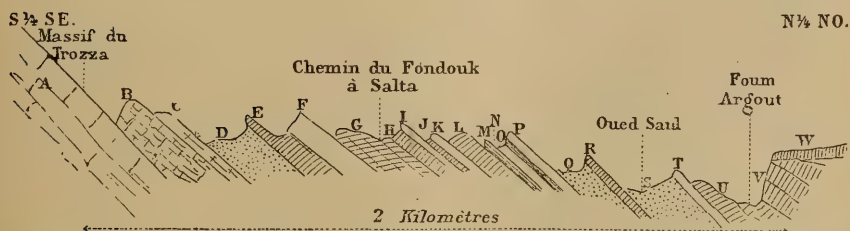
A une vingtaine de kilomètres E. S. E. du Chérichira, se dresse la masse imposante du Djeb. Trozza, dont l'altitude dépasse 1000^m et dont la constitution géologique est toute différente de celle du Djeb. Zaghouan, qui peut servir de type au Jurassique en Tunisie.

Le Djeb. Trozza appartient au Crétacé supérieur, au moins dans sa partie N. que j'ai pu étudier avec soin ; au dessus l'on rencontre une longue série éocène qui descend vers la plaine où elle se perd sous le Miocène ou le Quaternaire.

Favorisé par d'heureuses circonstances d'observation, j'ai été à même d'en relever une coupe consciencieuse de plus de deux kilomètres de longueur dont la lecture sera plus intéressante, que toute description.

Fig. 4.

Coupe de la base N. du Djebel Trozza au Foum Argout.



A. — Calcaires compacts, à rognons siliceux, en assises puissantes, bien réglées, formant la masse du Dj. Trozza, en s'infléchissant vers le sommet ; j'y ai recueilli : *Holactypus* sp., *Holaster* sp., *Echinoconus* sp., *Hemiaster* 2 sp. ; c'est du Turo-nien ou du Santonien.

B. — Calcaires plus ou moins durs, assez cristallins, difficiles à distinguer de A; quelques échinides, dont *Pseudholaster Meslei* Thom. et Gauth., qui semble caractériser le Santonien.

C. — Calcaires marno-gréseux avec céphalopodes déroulés, *Inoceramus* sp., *Hemiaster* sp., *Cardiaster* sp.; c'est la Craie supérieure, dite à Inocerames, et correspondant probablement au niveau de Tercis et Waldheim.

D. — Grès sableux et sables, non fossilifères? (base de l'Eocène?)

E. — Calcaires marneux et marnes jaunâtres avec *Thersitea ponderosa* Coquand, *Rostellaria* cf. *macroptera* Lamarek; nombreux cristaux de quartz dans les marnes.

F. — Calcaires compacts siliceux en bancs épais, avec rognons de silex.

G. — Calcaires marneux, noduleux, avec *Carolia placunoides* (1), *Ostrea multicostata*, *Ostrea* sp. (2).

H. — Marnes avec quelques *Ostrea multicostata* et très nombreuses *Carolia*, généralement petites.

I. — Lumachelle dure de petites huîtres.

J. — Marnes argileuses.

K. — Lumachelle d'une *Ostrea* du groupe d'*Ostrea Clot-Beyi* Bellardi, plus grosse que le type, et qui doit en être ou l'adulte ou une variété.

L. — Marnes avec quelques bancs gréseux.

M. — Lumachelle d'*Ostrea multicostata*.

N. — Marnes (10^m).

O. — Lumachelle d'*Ostrea Clot-Beyi*, type normal.

P. — Calcaires jaunes, marneux, grumeleux, assez fossilifères : *Solarium* sp., *Avellana* sp., *Turritella* sp., *Crepidula* sp., *Thersitea strombiformis* Pomel, *Lithodomus*, *Cyprina*, *Nucula*, *Pectunculus*, *Lucina*, etc., sp.; *Echinolampas Goujoni* Pomel; *Anisaster gibberulus* Cotteau sp., (nouveau pour la Tunisie); *Schizaster Africanus* de Loriol, *S. junior*, espèce assez abondante dans l'Eocène supérieur du Chérichira; *Breynia* n. sp.; quelques *Ostrea multicostata* et *Clot-Beyi*.

Q. — Marnes.

R. — Lumachelle de grosses *Carolia*, dont certaines dépassent 0,20^m.

S. — Marnes avec quelques intercalations de calcaire coquillier.

T. — Lumachelle d'*Ostrea multicostata*.

U. — Marnes très gypsifères.

V. — Grès peu durs, en bancs assez épais.

W. — Formation limoneuse, rougeâtre, à stratification confuse; elle est très-développée au nord du Chérichira et dans toute la plaine jusqu'au Trozza; pliocène ou quaternaire?

L'ensemble de ces nombreuses couches est parfaitement concordant et plonge, sous un angle d'environ 30°, vers le N. 1/4 N.O.; les couches de E à U appartiennent incontestablement à l'Eocène qui atteint ici 800 à 900 mètres de puissance; je ne sais à quel terme

(1) C'est une espèce parfaitement établie, dès 1834, par Cantraine; elle a été revue et étudiée à nouveau par M. le Dr Fischer, dans le *Journal de Conchyliologie*; nous ignorons pourquoi M. Locard vient de créer le nom de « *Cymbalum* » (*Placunea*) pour l'espèce de Tunisie.

(2) Très grande espèce, épaisse, si voisine de l'*Ostrea crassissima* qu'on a pu souvent s'y méprendre. J'ai pu la retrouver dans plusieurs autres gisements éocènes.

rapporter les grès et sables D de la base de l'Eocène : probablement à cet étage. Quant aux grès supérieurs V, l'analogie de faciès avec les grès franchement miocènes du Chérichira, la proximité des deux gisements me les fait, presque sans hésitation, complètement assimiler.

Du Trozza à Souk el Djemaa, on ne quitte guère les marnes de l'Eocène que pour constater, sur quelques points assez restreints, leur superposition directe au calcaire à inocérames ; ce n'est que près de Bordj Debbich qu'apparaît le faciès nummulitique, au Kef Mouella, au Kef Suchan, etc.

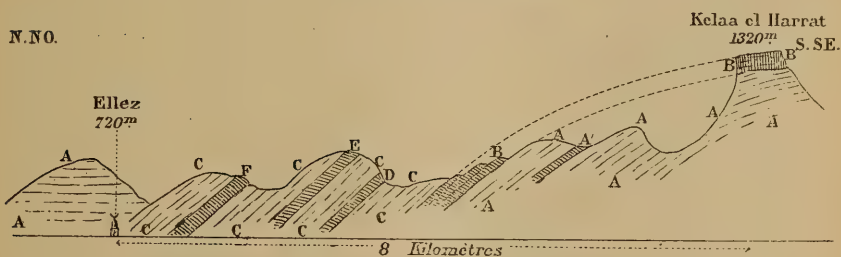
Le poste militaire de Souk el Djemaa (789^m), est établi sur la Craie supérieure à inocérames qui y est très développée mais peu fossilifère ; quelques inocérames et le *Plesiaster Peinei* ont été recueillis près de Makter.

D'énormes pitons de la Craie, surmontés d'une puissante assise de calcaires à nummulites, formant des plateaux abrupts, donnent à la région un aspect tout particulier ; ces gigantesques témoins d'érosions d'une extrême intensité sont nommés par les Arabes Kelaa ; tels sont les Kelaa el Souk, Fournès, Harrat, etc., qui atteignent jusqu'à 1350^m d'altitude. Quand les éboulis permettent de le constater, on voit, entre le Crétacé et les assises à nummulites, une couche, épaisse seulement de quelques mètres, de marnes grisâtres plus ou moins calcaires ; c'est, je crois, l'équivalent du niveau à phosphate découvert par M. Thomas et qui, sur d'autres points, acquiert une bien plus grande importance.

La route de traverse de Souk el Djemaa à Ellez m'a permis de relever une coupe intéressante que je reproduis ici :

Fig. 5.

Coupe d'Elleg à Kelaa el Harrat.



A. — Crétacé supérieur à inocérames.

A'. — Petite zone à brachiopodes.

B. — Calcaires à nummulites.

C. — Marnes, calcaires marneux ou gréseux, argiles, de l'Eocène.

D. — Couche à grosses *Ostrea*, voisines d'*Ostrea crassissima* et déjà signalées au Trozza.

E. — Marnes et calcaires grumeleux à nombreuses *Ostrea multicosata*.

F. — Banc marneux à *Ostrea* aff. *Ost. Frecheti* Tallavigne.

Si, partant de Souk el Djemaa on quitte la grande route pour prendre la traverse d'Ellez, on se trouve constamment dans le Crétacé supérieur, formé, à la base, presque exclusivement d'argiles grisâtres qui, peu à peu, se chargent de nodules de calcaires blancs en lits bien réglés, et passant vers le haut à un calcaire crayeux ; on aborde une gorge profonde creusée dans le même terrain et presque à son débouché dans la plaine, on se trouve en présence de puissantes assises de calcaires à nummulites qui ne sont, comme le montre le diagramme ci-dessus, que la continuation de ceux qui, au sud de Souk el Djemaa, couronnent les Kelaa ; les premières couches de la base de ces calcaires à nummulites, de même qu'aux Kelaa déjà cités, sont formées de marnes calcaires grises, peu épaisses, phosphatées(?).

Quelques bancs un peu plus marneux, intercalés au milieu des calcaires compacts, m'ont permis de récolter de bons et nombreux exemplaires de nummulites, à étudier.

Au-dessus de ces couches à nummulites, et en concordance absolue, se développent les marnes éocènes caractérisées par *Ostrea multicosata*, *Clot-Beyi*, etc.

En approchant d'Ellez, les couches ont une inflexion sensible vers le N. E. ; les deux petites montagnes qui enserrant le village appartiennent au Crétacé supérieur qui réapparaît probablement par suite d'une faille que je n'ai pas eu le loisir de rechercher.

C'est encore à la Craie supérieure qu'appartiennent le massif de Zanfou, les Djeb. Massouge, Baramata, et le Dj. Mahiza, au moins dans sa partie est.

Près du poste militaire abandonné de Bordj Messaoud, j'ai rencontré un gisement aptien assez intéressant ; une petite montagne à 1 kilomètre N.E., le Djeb. Rahar, est formée par des grès calcaires ferrugineux, presque verticaux, avec intercalations de marnes brunes et calcaires grumeleux, dans lesquelles j'ai recueilli *Ammonites Deshayesi*, *Plicatula placunea*, *Rhynchonella* sp. et quelques autres fossiles peu déterminables. Les couches supérieures, en descendant dans la vallée, deviennent de plus en plus marneuses, passent insensiblement à des argiles grisâtres avec bancs de calcaires blancs qui finissent par dominer ; ces calcaires se débitent en dalles minces et solides, de grande dimension. Une table ronde en pierre,

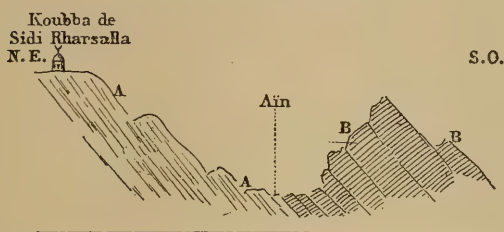
abandonnée dans les ruines du Cercle des Officiers, mesure 1^m60 de diamètre, sur seulement 5 centimètres d'épaisseur. On y reconnaît de nombreuses empreintes d'ammonites, mais écrasées et déformées; les marnes subordonnées contiennent beaucoup de tronçons d'un *Belemnites* que l'on peut rapprocher du *Bél. semicanaliculatus*.

Le faciès de cet ensemble de marnes bleu-grisâtre et de calcaires crayeux blancs a tant de rapports avec celui des calcaires à inocerames de la Craie supérieure que, sans la présence de fossiles caractéristiques, on y serait facilement trompé.

Près de la cité romaine de Musti (ruines importantes, remarquables inscriptions), se montrent en bancs épais des calcaires blancs, cristallins, à nummulites, qui ont fourni les splendides matériaux de la ville, puis au dessous, après la fontaine de Rharsallah, apparaissent les lumachelles à *Ostrea Clot-Beyi*.

Fig. 6.

Coupe à Aïn Rharsalla.



A. — Marnes et lumachelles à *Ostrea Clot Beyi*.

B. — Calcaires blancs, cristallins, à nummulites, en bancs épais.

La coupe relevée par moi au Kef, en 1887 (1), coupe qui concorde du reste avec celles de MM. Marès et Rolland, n'est point un schéma de fantaisie: un niveau marneux avec *Ostrea multicostata*, *Pseudopygaulus marci*, etc., se trouve intercalé entre deux bancs de calcaires à nummulites; il n'a guère là que 5 à 6 mètres de puissance mais on peut le suivre assez loin sur le flanc ouest du Dyr; il n'y a pas eu « d'illusion » d'observation, comme le dit M. Pomel (2) qui explique le fait par un « abaissement brusque avec faille, ou simplement par glissement après rupture qui a amené vis-à-vis et « contre le milieu des bancs calcaires, les lits marneux à phosphorites du dessus »; or, c'est une hypothèse que ne saurait porter

(1) Journal de voyage d'une mission géologique en Tunisie.

(2) Pomel, Description stratigraphique générale de l'Algérie, 1889 (page 120).

la configuration des lieux. Je ne sais, du reste, si les nummulites des deux bancs (je ne dis pas des deux niveaux) sont semblables ou différentes; c'est affaire à M. Munier-Chalmas de trancher la question.

Quant à la grosse huitre innommée du plateau du Dyr, je consens facilement qu'on l'assimile au type éocène déjà signalé par moi, plutôt qu'à l'*Ostrea crassissima*, dont elle est en tout cas très voisine; la question, du reste, est de mince importance, puisque, comme le reconnaît M. Pomel, l'épaisseur de la strate, supérieure au deuxième banc de calcaires à nummulites, c'est-à-dire recouvrant la cuvette du Dyr est « tout à fait insignifiante. »

Les nummulites, cantonnées, ou à peu près, dans le système éocène, s'y rencontrent à tous les niveaux; elles y forment, je n'irai pas jusqu'à dire des récifs, mais des îlots, des lentilles sporadiques dont l'importance est souvent des plus grandes, quand ces protozoaires se trouvaient dans des circonstances biologiques favorables à leur développement; le caractère de ces dépôts, éminemment épisodique, peut, jusqu'à un certain point, se comparer aux amas de rudistes de la Craie; aussi, leur emploi dans la chronologie des assises éocènes ne saurait fournir que des indications peu précises, d'une valeur toute relative.

Je crois donc qu'il convient d'abandonner d'une façon générale, l'expression étage ou terrain nummulitique, employée à désigner, tout ou partie, du système éocène; pour les mêmes raisons qui ont fait déjà renoncer au terme de Corallien, s'appliquant à une période particulière.

Je ne me crois pas encore en mesure de pouvoir formuler une opinion sur le massif de la Kroumirie, ne l'ayant examiné, et trop vite, qu'entre Tabarca Ain Draham et le cap Negro; le substratum, comme dans la région de Bizerte, appartient à la Craie supérieure à inocérames, dont on rencontre fréquemment des affleurements. Au-dessus se développe une très puissante formation de grès, de sables, d'argiles, de poudingues; cet ensemble, assez tourmenté, est complexe d'allures; il me semblerait pouvoir se rapporter au Miocène ou au Pliocène, peut-être à ces deux systèmes; quant à l'Éocène caractérisé, je ne l'ai point rencontré dans la région.

Quelques pointements trachytiques forment des pitons alignés entre le Kanguet el Tout et le Cap Negro, près des importants gisements de fer de la Cie de Mokta el Hadhid et de M. Faure.

M. Bertrand a bien voulu en examiner des échantillons, et je ne saurais mieux faire, pour obtenir le pardon de ma trop longue communication, que de citer littéralement l'appréciation de notre savant Président.

« Cette roche, d'après l'examen à l'œil nu, serait bien un trachyte, » ainsi que vous l'avez étiquetée, avec petits cristaux de sanidine » et de mica noir. Mais de plus elle donne déjà, à la loupe, l'impression d'une grande vitrosité qui se vérifie au microscope. Dans la » pâte, très vitreuse, on constate alors la tendance à la cristallisation de la silice, se manifestant par la production de nombreux » *sphérolithes à croix noire*. La roche est donc un trachyte à mica » noir, avec pâte vitreuse contenant des sphérolithes à croix noire.

» Dans la classification adoptée par MM. Fouqué et Michel Lévy, » dans laquelle le nom de la roche se détermine par la nature de la » pâte et non par celle des grands cristaux, ce serait une *rhyolite* » *vitreuse*. Dans l'ancienne classification, le nom de rhyolite n'est » pas applicable parce qu'il n'y a pas de grands cristaux de quartz.

» Comme assimilation avec les roches décrites en Algérie par » MM. Curie et Flamand (1), la roche pourrait peut-être se rapprocher des liparites feldspathiques de la région de Ménerville, ceci » sous toutes réserves, naturellement, n'ayant pas vu la roche en » question, qui semble d'ailleurs assez variable d'après la description. »

M. Lemoine fait la communication suivante :

**Sur l'âge relatif des Mammifères de Cernay,
par rapport aux Vertébrés du même groupe
découverts en Europe et en Amérique**

par M. le Dr Lemoine.

Pour l'ancien continent, abstraction faite des mammifères secondaires du Purbeck, tous les types jusqu'ici connus sont manifestement d'un âge plus récent que ceux de la faune cernaysienne. Pour les faunes américaines, M. Cope avait cru pouvoir identifier, comme âge, la faune contenue dans les couches de Cernay à la faune dite de Puerco, qui semble remonter aux débuts de l'Eocène (*the Puerco faun in France*).

Cette assimilation, malgré la grande autorité du savant paléontologiste américain, m'avait paru contestable, par suite de la forme spéciale des incisives des mammifères de Cernay, qui rappellent manifestement les mêmes organes des mammifères secondaires

(1) MM. Curie et Flamand : *Etude sur les roches éruptives d'Algérie*, p. 21.

d'Europe, et se trouvent différer complètement des types tertiaires américains. D'une autre part, le pied du *Phenacodus* des États-Unis, bien qu'ayant 5 doigts, offrait une réduction déjà accentuée des deux doigts extrêmes, réduction qui ne paraissait pas exister à beaucoup près au même degré chez le *Pleuraspidothorium* des environs de Reims. Or, comme la marche de l'évolution, dans cette partie du squelette des mammifères, se traduit souvent par l'atrophie, bientôt suivie de la disparition du pouce et du petit doigt, j'avais cru pouvoir conclure à une antiquité moindre des types américains. Cette manière de voir, basée uniquement sur la considération des caractères évolutifs, vient d'être complètement confirmée par les dernières découvertes paléontologiques de M. le professeur Marsh.

Dans deux fascicules ayant comme titre: « Discovery of cretaceous Mammalia », le savant paléontologiste vient de faire connaître les caractères essentiels de cette faune. Les fascicules en question sont accompagnés de figures qui permettent de comparer aux formes européennes ces types américains manifestement antérieurs aux plus anciennes faunes tertiaires jusqu'ici étudiées aux États-Unis.

Les figures 1-2-3-4-5-6 de la planche III du premier fascicule de M. Marsh représentent une incisive tricuspidée dont la couronne offre deux denticules antérieurs suivis d'un talon. La conformation spéciale de ces denticules, ainsi que la disposition de l'émail, ne peut laisser aucun doute sur l'assimilation à établir avec l'incisive figurée dans le Bulletin de la Société Géologique de France (3^e série, t. XIII, pl. XII, fig. 31). Cette incisive est rapportée au *Plesiadapis*, qu'elle caractérise au plus haut point. Il y aurait donc un rapprochement incontestable à reconnaître entre le genre *Plesiadapis* d'Europe et le genre *Halodon* de M. Marsh.

Les figures 1-2-3-4-5-6-7 de la pl. IV du travail du même auteur représentent des molaires supérieures et inférieures qui se comparent naturellement aux arrière-molaires du *Plesiadapis* français. Il paraît donc y avoir des relations entre ce genre européen et le genre *Didelphodon* d'Amérique.

Cette comparaison se continue pour l'extrémité inférieure d'humérus représentée fig. 5-6 de la pl. V du travail de M. Marsh et qui offre la perforation latérale caractéristique du même os du *Plesiadapis*.

Les fig. 12-13-14 de la pl. IV du mémoire américain ont rapport à une dent à promontoire antérieur tricuspidé, qui ne laisse pas que de rappeler le *Tricuspidon* français (Bull. Soc. géol. de France, 3^e série, t. XIII, pl. XII, fig. 44).

Les fig. 20-21-22 de la planche IV de l'auteur américain rappellent le genre rémois *Adapisorex* (Bull. Soc. Géol. de France, 3^e série, t. XIII, pl. X, fig. 2). L'extrémité supérieure du femur (fig. 16-17, pl. V), du mémoire de M. Marsh, rappelle le même genre rémois (Bull. Soc. Géol., 3^e série, t. XIII, pl. XI, fig. 23). Ces deux femurs se font également remarquer par le développement tout spécial du grand trochanter qui se projette verticalement en haut et par la direction presque perpendiculaire du petit trochanter.

Il paraît y avoir également des analogies entre les figures que j'ai données relativement au *Neoplagiulax* (Bull. Soc. géol. de France, 3^e série. t. XI, pl. V et VI — t. XIII, pl. XII) et les figures 1-2-3-4-5-6-7-8 de la pl. II — 7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17 de la pl. III — 21-22-23 de la pl. V — 1-2-3-4-5-6-7-8-13-14-15-16 de la pl. VII du travail du paléontologiste américain.

On y rencontre en effet : 1^o des prémolaires à couronne ovale, comprimée, parcourue par de nombreux sillons à direction curviligne. Les trois racines inégales en ligne droite de ces dents ne sont pas moins caractéristiques.

2^o Une incisive supérieure remarquable par son talon précédé d'une saillie plus courte chez le type américain, plus allongée sur le type français.

3^o Des arrière-molaires dont la couronne déprimée présente tantôt trois rangées de tubercules, tantôt deux rangées de ces appendices.

Ces exemples paraissent devoir prouver d'une façon indiscutable des rapports tout spéciaux entre la faune cernaysienne et la faune crétacée d'Amérique. En résulte-t-il que les espèces ou même les genres soient les mêmes dans les deux continents? Il serait bien délicat de baser une affirmation aussi gravée sur l'examen de simples dessins, d'autant plus qu'à côté des ressemblances s'observent des différences parfois bien appréciables.

La faune cernaysienne est nettement tertiaire, car les couches qui la renferment, bien que reposant immédiatement sur la Craie, s'en distinguent nettement. La faune américaine est crétacée, car elle est renfermée dans les couches de Laramie (*Laramie formation of Dakota and Montana*). Comment concilier cette différence de niveau qui paraît au premier abord si capitale?

Il faut d'abord constater que la croyance ancienne aux limites absolues, interposées entre les divers étages géologiques, tend à s'effacer de plus en plus, et que la multiplicité des recherches actuelles révèle sans cesse des couches de transition, qu'il est parfois difficile de rattacher d'une façon indiscutable à l'étage inférieur ou à l'étage supérieur. On sait combien, en Europe, sont instructives,

à ce point de vue, les couches tout à fait supérieures du Crétacé.

Il ne paraît pas invraisemblable qu'il en soit de même en Amérique, où a été adoptée, pour certains terrains, l'expression de post-crétacés (*post cretaceous*).

M. Cope, dans le tableau qu'il donne à ce sujet, indique de bas en haut, dans ces couches posterétacées, Laramie avec les subdivisions de Bear River et de fort Union.

C'est dans les couches de Laramie qu'ont été recueillis les restes des mammifères crétacés de M. Marsh. Ce qui paraît indiquer la nature ambiguë de ces terrains c'est que les couches dites de Puerco, actuellement rapportées à l'Eocène inférieur, étaient d'abord attribuées au Postcrétacé, où elles étaient superposées aux couches de Laramie.

Au reste, si, dans les environs de Reims, les couches de Cernay semblent nettement distinctes de la Craie proprement dite au point de vue stratigraphique, la faune qui s'y trouve contenue a des caractères beaucoup moins tranchés ; ce qui contribue à lui donner un intérêt tout spécial. Il suffit de citer à ce point de vue le Simoedosaure qui, sans relation aucune avec les autres Reptiles tertiaires, a des affinités indiscutables avec de fort anciens Reptiles secondaires.

M. GAUDRY, à propos de cette communication, rappelle qu'en Amérique, il y a certains doutes sur les limites précises à attribuer au Crétacé et au Tertiaire. Cependant MM. Cope et Marsh sont d'accord sur les couches de Laramie. M. Cope, il est vrai, en fait de l'Épicrétacé. Si ces deux savants professeurs sont d'accord pour attribuer au terrain crétacé le groupe de Laramie, c'est qu'on y trouve des reptiles secondaires (Dinosauriens). Certains d'entre eux offrent, en outre, des caractères tout-à-fait spéciaux dus à la présence de cornes sur la tête. Si les indications de gisement fournies par le Professeur Marsh sont exactes, on trouverait ces singuliers reptiles en compagnie des fossiles cernaysiens.

M. ZEILLER fait remarquer que, d'après les paléophytologistes, le groupe de Laramie serait très complexe ; on pourrait cependant y faire deux grandes divisions : l'une ayant des affinités avec le Crétacé, l'autre avec le Tertiaire. M. St. Gardner a retrouvé dans l'Eocène inférieur d'Angleterre certaines formes qui apparaissent dans la division supérieure du groupe de Laramie.

M. MUNIER-CHALMAS pense qu'il y a plusieurs bassins distincts dans ce qu'on appelle le groupe de Laramie ; aussi est-il actuellement très difficile d'établir un parallélisme entre les couches de

cette même époque. Les grands Dinosauriens ne tranchent pas la question en faveur du Crétacé; ils pourraient être les derniers représentants d'un grand groupe qui aurait disparu au début de la période tertiaire. En Europe, dans l'Istrie et la Dalmatie, MM. Stache et Munier-Chalmas ont dû placer la limite du Crétacé et du Tertiaire au milieu de dépôts saumâtres ou lacustres qui ont été souvent réunis à l'Éocène. Il se peut qu'il faille agir de même, en Amérique, pour le groupe de Laramie.

M. Seunes présente la note suivante :

**Etude stratigraphique et nouvelles recherches
sur les Mollusques
du terrain lacustre inférieur de Provence (Danien)
par M. Caziot.**

Les Mollusques du terrain lacustre inférieur de Provence ont été l'objet de nombreuses études de la part de MM. Matheron, Munier-Chalmas, Sandberger et Roule; mais comme le faisait pressentir ce dernier (Mai 1886) dans les annales de Malacologie, ces travaux n'ont pas encore épuisé le sujet et les paléontologistes futurs auront de quoi glaner et chercher dans ces couches lacustres, épaisses d'environ 900 mètres depuis la base des lignites de Fuveau jusqu'au calcaire de Montaignet.

Le présent travail a pour objet de présenter une étude stratigraphique du terrain lacustre du versant nord des Alpes dans les environs de St-Remy (Bouches-du-Rhône).

Cette belle formation de calcaire à *Lychnus*, si abondants sur les deux versants des Alpes, représente un climat des plus propres aux formes tropicales.

Les coquilles fluviatiles s'y rencontrent en grand nombre et la comparaison de leurs caractères avec ceux des coquilles actuelles corrobore, ainsi que le fait remarquer M. Roule, ce qu'ont déjà démontré les études de paléontologie végétale que, à mesure que l'on descend dans la série des âges, on s'aperçoit que nos régions, aujourd'hui si tempérées, possédaient un climat torride, semblable à celui de la zone intertropicale (1).

Malgré la profusion des fossiles, leur état de conservation sur le

(1) Un retour de l'époque lacustre eut encore lieu après les dépôts de l'Éocène et du Miocène. Les eaux douces envahirent de nouveau la région, et leurs dépôts, au Luberon et à Vaucluse, renferment une nouvelle fauné.

versant nord des Alpes, depuis St-Rémy jusqu'à Orgon, laisse beaucoup à désirer.

Parmi les fossiles les mieux conservés, ne laissant aucun doute, on cite les :

- Paludina Mazeli* Roule.
- *Beaumonti* Matheron.
- *Bosquiana* Math.
- *pyrgulifera* Math.
- Anostoma rotellaris* Math.
- *elongatus* Roule (très rare).
- Bulimus proboscideus* Matheron (rare).
- *Panescorsii* Math.
- Buliminus tenuicostatus* Math.
- Lychnus elongatus* Roule.
- *elipticus* Matheron.
- *Marioni* Roule.
- Auricula Requieni* Matheron.
- Cyclophorus heliciformis* Math.
- *Heberti* Math.
- *Solieri* Roule.
- Leptopoma Baylei* Matheron.
- Physa prisca* (*galloprovincialis* Math.)

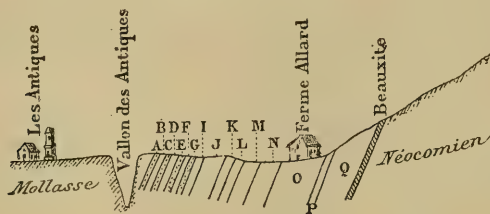
D'autres géologues ont, en outre, récolté au même endroit :

- Cyrena galloprovincialis* Matheron.
- Margaratina Jourdani* Roule (1).
- Bulimus Salemensis* Matheron.
- *subcylindricus* Math.
- Physa dolioleum* Roule.
- Clausilia Sagnieri* Nicolas. (Annales de l'Académie de Vaucluse).
- Bulimus provensalis* Nic. idem.
- Cyclostoma glanense* Matheron.

Soit, en tout, vingt-six espèces dont la plupart ne sont plus représentées dans nos régions, sauf les genres *Bulimus*, *Physa* et *Paludina*, considérablement réduits comme taille. Tous les autres vivent aujourd'hui dans la zone équatoriale.

Fig. 1

Coupe prise sur la droite du chemin de Maussane en se dirigeant au sud près des Antiques.



(1) Cela me paraît bien problématique, car jamais je n'en ai observé de traces.

0^m30 (A) Calcaire très compacte grisâtre, recevant l'impression de la molasse.

1^m50 (B) Calcaire disloqué, tendre, marneux, à *Cyclophorus heliciformis* et *Bulinus tenuicostatus*.

0^m50 (C) Analogue à (A) fossiles noyés dans le calcaire.

1^m50 (D) Analogue à (B) :

Lychnus Marioni Roule.

Auricula Requieri Math.

— *elongatus* Roule.

Bulinus Panescorsii Math.

— *ellipticus* Math.

Cyclophorus heliciformis Roule.

Paludina Beaumonti Math.

— *Solieri* Roule.

Physa galloprovincialis Math.

1^m (E) Calcaire disloqué avec la même faune qu'en (D) avec *Anostoma elongatus*.

Physa prisca, *Cyclophorus Solieri*, *Bulinus Panescorsii* (et une infinité de petites limnées, *Physa*, *Pupus* non classés) *Clausilia Sagnieri* (Nicolas).

2^m50 (G) Calcaire compacte, cristallisé disloqué.

3^m (H) Calcaire très compacte lithographique.

1^m (I) Calcaire disloqué.

10^m (J) comme (G).

2^m (L) (M) (N) Calcaire très cristallin, veinulé, très compacte.

20^m (O) Maison Allard.

1^m50 (P) Comme (L, M, N).

12^m (Q) Calcaire grisâtre, cristallisé, compacte.

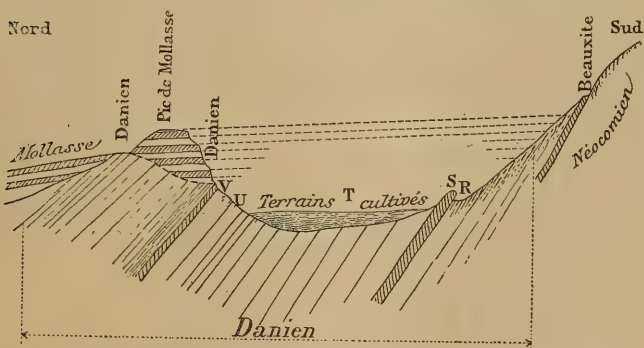
Bande de Beauxite s'étendant sur toute la longueur E.-O. des Alpines à la base du Néocomien.

Néocomien (Les Alpines).

L'ensemble de ces couches comprises entre le Néocomien et la Molasse semble appartenir au Danien supérieur ou bien *Rognacien inférieur* en raison de la présence caractéristique du *Lychnus Marioni* et *Physa galloprovincialis*, qui ne remontent pas dans le Rognacien supérieur.

Fig. 2.

Coupe prise au niveau de la cote 174 de la carte de l'Etat-Major.



(R) Calcaire marneux très friable séparant probablement les deux étages.

(S) Calcaire cristallin débutant par une couche à *Bulinus proboscideus* et *Cyclostoma glanense* Matheron.

(T) Danien recouvert par des cultures.

(U) Couche de calcaire marneux, disloqué, pétri d'*Anostoma rotellaris*, *Lepto-*

poma Baylei, *Buliminus tenuicostatus*, *Cyclophorus Solieri*, *heliciformis*, *Physa doliolum*, *Physa prisca*, *Auricula Requieni*, *Bulimus provensalis*.

(V) Poches ocreuses ou ferrugineuses à la limite du Danien et de la Mollasse.

Mollasse a *Pecten prescabriusculus* et Nullipores à la base.

(Y) Réapparition du Danien sur une faible épaisseur.

Dans cette partie, le Danien est fort resserré (la couche (A) à *Anostoma rotellaris* disparaît sous la Mollasse à l'ouest). Des bancs auront sans doute disparu par pression. M. Deperet fait remarquer que les couches daniennes sur la lisière nord du bassin de Fuveau sont bien plus minces que partout ailleurs.

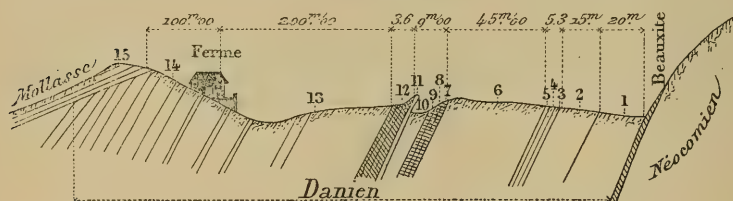
(S) est très intéressant par la présence du *Bulimus proboscideus* qui caractérise le Danien inférieur ou Valdonien.

Avec la couche (A) à *Anostoma rotellaris* on retombe dans le Rognacien inférieur ou Danien supérieur.

La partie cultivée comprise entre (S et V) nous laisse dans l'incertitude pour les assises sous jacentes.

Fig. 3.

Coupe prise au niveau de la cote 80 de la carte de l'Etat-Major.



(1 et 2) Calcaire compacte très gréseux.

(3) Couche de calcaire marneux, gréseux, divisé en minces assises de 0m20.

(4) Couche ocreuse avec calcaire gréseux à gravier très fin sans fossiles.

(5) Calcaire ferrugineux.

(6) Calcaire grisâtre argileux, avec rares fossiles (*Bulimus proboscideus*).

(7) Couche marneuse ferrugineuse ocreuse, passant au blanc à la partie supérieure, sans fossiles.

(8) Calcaire friable, grisâtre, passant au ferrugineux.

(9) Comme (6).

(10) Semblable à (7), de diverses couleurs sans fossiles.

(11) Calcaire compacte, plusieurs couches de 0m50.

(12) Semblable à (10) et (7).

(13) Partie recouverte par la culture.

(14) Alternance de couches très compactes avec *Paludina Bosquiana* et d'assises calcaires friables à cassure saccharoïde.

(15) Mollasse marine.

Il y a incertitude sur l'âge des couches inférieures de 1 à 5. En 6, nous retrouvons le Valdonien. Les couches bigarrées de 7 à 9

semblent appartenir au Rognacien moyen, toujours marneux et versicolore. La zone supérieure à *Paludina Bosquiana* appartient à la zone supérieure, toujours compacte, ou barre de Rognac.

Il y aura lieu d'ajouter beaucoup d'espèces nouvelles du genre *Physa*, *Limnæa*, etc., recueillies pour la plupart dans l'assise désignée par la lettre B dans la coupe 1 et sur le versant des Alpines du côté des Baux.

Les recherches effectuées pour rattacher les assises entre elles, c'est-à-dire pour prolonger latéralement les couches, n'ont pas été couronnées de succès, mais, d'après notre savant confrère, M. Depéret, cela n'a pas une grande importance, car lorsque des terrains aussi différents d'âge que le Néocomien et le Danien se trouvent en contact direct, il arrive toujours que des assises s'arrêtent brusquement, s'effacent en profondeur pour reparaître plus loin dans la même direction.

Les coupes de détail signalent les accidents stratigraphiques, mais ces recherches m'ont permis de constater une erreur qu'il y aura lieu de rectifier sur la carte géologique au 1/80000 des environs d'Avignon. A l'est de la route Maussane, le point marqué sur la carte d'Etat-Major « Pyramide » se trouve dans la Mollasse et non dans le Danien.

En résumé, le terrain lacustre de St-Remy, quoique très resserré, comprend presque tous les étages du Rognacien, depuis le Valdorien jusqu'au Rognacien supérieur.

Une course effectuée sur le versant sud des Alpines, au pied du village de Baux, m'a permis de constater la présence d'un gîte très fossilifère dans des couches du même terrain ayant même inclinaison et même direction d'obliquité, tendant à admettre que le centre de soulèvement était éloigné du massif des Alpines et du Danien de St-Remy et des Baux.

La même assise, sur un point bien déterminé, a offert une riche récolte d'une faune parfaitement conservée, tandis que, sur le versant nord, les caractères extérieurs des fossiles sont tous effacés ou détruits. J'y ai trouvé abondamment :

- Lychnus ellipticus* Math.
- Buliminus tenuicostatus* Math.
- Bulimus provensalis* Nic.
- Auricula Requieri* Math.
- Clausilia Sagnieri* Nic.
- Leptopoma Baylei* Math.
- Paludina Mazeli* Roule.
- *Beaumonti* Math.
- Cyclostoma solarium* Math.

Physa galloprovincialis Math.

Cyclostoma heliciformis Math.

Anostoma rotellaris Math.

Cette dernière espèce se trouve dans la couche supérieure contre la Mollasse.

Enfin, il y a encore une grande quantité de petites limnées, physes, pupas, et de mollusques qu'on peut, sans crainte de se tromper, classer parmi les *Pleuroceridæ* dont la distribution géographique est limitée actuellement à l'Amérique du Nord. J'en établirai ultérieurement la liste, avec l'aide de M. Matheron, à qui j'ai soumis beaucoup d'espèces et qui m'aide dans ce travail avec beaucoup de bienveillance.

M. de Lapparent présente la note suivante :

Note sur les mines de Colar (Inde)

par M. Léveillé.

Il y a quelques mois je profitais de quelques semaines de villégiature pour visiter les Neilgheries.

A mon retour, après avoir visité Bangalore et Mysore et reconnu les richesses du sol au point de vue géologique, je m'arrêtai quelques jours à Colar ou plutôt aux mines d'or de Colar, car les mines ne sont guère situées à moins de 15 à 20 milles de la localité de ce nom. J'ai pu visiter la surface des travaux, et même, grâce à la bienveillance de l'un des directeurs, pénétrer jusqu'à quatre cents pieds environ dans les entrailles de la terre. Comme je n'avais pas nourri l'espoir d'obtenir cette faveur, je ne m'étais muni d'aucun instrument et je le regrette, car j'aurais été heureux d'observer les variations de la température, qui m'a semblé croître de plus en plus et atteindre un haut degré.

C'est le résultat de quelques observations recueillies sur place que je me permettrai d'exposer, renvoyant ceux qui désireraient de plus amples détails au rapport qu'un géologue anglais, M. Smith, a fait il y a peu de temps sur ce sujet. (1)

A peine a-t-on quitté la station de « Colar Road » que l'on prend

(1) Ce rapport de M. Smith sur les mines d'or de Colar est renfermé dans le Blue-Book du gouvernement de l'Inde (Calcutta).

l'unique route qui conduit aux mines de Colar et on ne tarde pas à se trouver dans un pays inculte et jadis de nul rapport. L'aspect en est sauvage ; la végétation y est rabougrie. Le sol est pierreux : parmi les roches qui recouvrent sa surface on rencontre presque exclusivement du quartz, des schistes et du granite.

On observe d'abord, presque immédiatement à la surface du sol, des schistes bleuâtres ou verdâtres qui ont souvent subi un commencement d'altération.

Au-dessous se présente la roche noire qui renferme les filons de quartz aurifère, appelée schiste par les uns, plus connue par les autres sous le nom de roche ou granite du Dharwar, parce qu'elle semble se continuer jusqu'à cette localité avec une direction générale du nord-ouest au sud-est. Je crois devoir la ranger parmi les minettes. Le grain en est très fin. C'est dans la masse de cette roche que sont enfermés les filons. Le minerai m'a paru surtout riche au voisinage de la roche.

La direction du filon, autant que j'ai pu m'en rendre compte, est nord-nord-est. Le filon est exploité sur une longueur d'environ six milles et sur une largeur d'un peu moins d'un mille. Il offre quelques veines secondaires, ramifications parallèles à sa direction générale. Il semble plonger vers l'est. Le puits le plus profond a une profondeur actuelle d'environ 500 pieds. Le rapport est assez variable : l'un des puits paraît d'une richesse assez considérable puisqu'il peut donner à la fin d'un mois jusqu'à 40 briques d'or au maximum. Les mines sont situées à une distance de la station qui varie de 6 à 12 milles. Je regarde comme appartenant aux terrains primitifs les roches de cette région. Toutefois, cet avis que j'énonce ici, je le donne sous réserves, quoiqu'il y ait grande analogie entre les roches de Colar et celles des autres terrains primitifs. D'ailleurs Colar est situé sur le plateau de Bangalore et à un niveau fort élevé par rapport aux plaines de la côte de Coromandel.

Entre la roche noire et les schistes on trouve par endroits des schistes noirs plus friables, puis diverses espèces de roches métamorphiques, qui ont subi l'action des roches éruptives : quelques-unes de ces roches et divers granites renferment, aussi bien que certains schistes, les uns du minerai de plomb, les autres des cristaux de quartz et de pyrites plus ou moins riches.

L'Inde paraît fort riche en minerai d'or. Malheureusement, s'il est abondant, il se rencontre en petite quantité presque partout dans les sables des rivières, dans les alluvions lacustres et dans les quartz des Neilgheries, dont plusieurs, d'un beau blanc, présentent en outre, dans leur masse, de magnifiques cristaux translucides de

quartz hyalin. Au Winaod, où on exploite des mines d'or beaucoup moins riches que celles de Colar, on rencontre de superbes échantillons de pyrites.

Les mines de Colar paraissent avoir été exploitées dès la plus haute antiquité. Sans tenir compte de l'opinion qui veut voir dans Colar l'Ophir d'où Salomon tirait son or, opinion qui ne repose que sur de pures hypothèses, on doit reconnaître que ces mines étaient exploitées jadis par les anciens, puisqu'on y a retrouvé les vestiges d'une fort antique extraction. Quoique les mineurs des siècles passés n'aient pas pénétré bien avant dans le sein du globe, il est permis toutefois de se demander comment ils retiraient l'eau qui, à partir d'une faible profondeur devait arrêter leurs travaux.

J'ai rapporté de Colar un mortier et un grand couteau préhistoriques, l'un et l'autre en granite, que l'on m'a affirmé avoir été recueillis dans la localité même, c'est-à-dire là où se trouve actuellement et où se trouvaient jadis les puits exploités. Ces deux instruments ont dû recevoir leur forme par un patient travail d'usure contre une roche dure. Ils paraissent remonter fort loin. Toutefois je ne saurais présentement leur assigner de date.

Le Secrétaire dépose sur le bureau les notes manuscrites suivantes :

Note sur le Barrémien de Cobonne (Drôme).

par M. G. Sayn.

Dans une note récente⁽¹⁾ sur le Crétacé inférieur de Crest (Drôme), M. Fallot a indiqué l'existence du Barrémien à Cobonne près Crest. Cette localité me paraît présenter un certain intérêt et je crois devoir compléter sur ce point la note de M. Fallot.

Je ne m'occuperai pour le moment que du Barrémien ; je compte du reste revenir prochainement sur le Néocomien inférieur des environs de Crest en décrivant le Valanginien et l'Hauterivien de la chaîne de Raye, qui en sont le prolongement vers le nord.

Les couches à *Desmoceras difficile* affleurent dans le village même de Cobonne et sont exploitées un peu plus loin pour la fabrication des billes, mais les remblais et les terres cultivées rendent difficile, à Cobonne même, l'étude détaillée des couches ; il vaut mieux fran-

(1) Bull. Soc. Géol., 3^{me} série, t. XVII, p. 544, 1889.

chir le petit ruisseau de la Sye et, après avoir dépassé le fonds de la vallée rempli par les terres cultivées et les alluvions, on peut relever, le long du chemin de Cobonne à Suze, la succession suivante :

1. — Calcaires bleuâtres, blanchâtres par altération, en bancs de 20 à 25 centimètres, alternant avec une marne argilo-calcaire grise, très compacte; nombreux fossiles; *Holcodiscus* cf. *Van den Heckeï*, *Hoplites cruasensis*, etc. Épaisseur 2-3^m. (1)

2. — Couche glauconieuse pètrie de fossiles mal conservés, nombreux fragments de *Belemnites*, *Holcodiscus* sp., *Pulchellia pulchella*, *Desmoceras* cf. *difficile*, *Hamulina*, débris d'échinodermes, etc. Épaisseur 0^m,30 environ.

3. — Alternances de marnes et calcaires marneux gris bleuâtre : les calcaires sont en petits bancs minces, les marnes de couleur plus foncée et se délitant en tout petits grumeaux dominant de beaucoup, nombreux débris d'hamulines. Ép. 5-6 mètres.

4. — Calcaires compactes, blanchâtres ou bleuâtres, à pâte très fine; en gros bancs séparés par de minces délits marneux. *Crioceras Emerici*, *Desmoceras*, etc.

Vers le haut, ces calcaires deviennent de plus en plus blancs, les bancs sont plus minces, ils renferment alors *Costidiscus recticostatus*. Ep. totale : 15 mètres.

5. — Calcaire bleuâtre, blanchâtre par altération, moucheté d'hydroxyde de fer, nombreuses concrétions ferrugineuses, beaucoup de petits fossiles pyriteux : *Desmoceras strettostoma*, *Heteroceras* sp., etc. Ep. 1 mètre environ.

6. — Marne argileuse bleuâtre et jaunâtre, mêmes fossiles.

Au-dessus de cette dernière couche, dont l'épaisseur paraît peu considérable, la coupe est masquée sur une certaine étendue par les bois et les terres cultivées; en continuant à monter, on ne tarde pas à rencontrer les marnes aptiennes à *Bel. semicanaliculatus*.

Il n'est pas facile de bien voir leurs relations avec le Barrémien; je crois cependant, sans toutefois oser l'affirmer, qu'elles ne reposent pas directement sur les marnes à *Desmoc. strettostoma* et qu'entre les deux, il s'intercale une certaine épaisseur de calcaires à silex.

D'autre part, les calcaires marneux à *Holcodiscus* cf. *Van den Heckeï* ne forment pas la base du Barrémien. Le chemin de Suze passe vers l'extrémité d'un léger bombement; en suivant les couches vers l'est, on voit apparaître au-dessous des couches 1, une quinzaine de mètres de marnes et calcaires marneux assez semblables à l'assise 3 et dont la faune paraît encore barrémienne; ces couches se terminent à la base par un gros banc de calcaire compacte.

D'une façon générale, et si l'on fait abstraction de quelques légers accidents, toutes ces couches plongent vers le sud-est, l'ensemble est très homogène et le passage des calcaires marneux aux calcaires compactes se fait par des transitions parfaitement ménagées.

(1) Toutes les épaisseurs indiquées dans cette coupe ne doivent être considérées que comme approximatives.

Les couches 1-4 ont du reste plusieurs espèces communes, entre autres :

Phylloceras infundibulum d'Orb. sp.

Hoplites Cruasensis Torcapel sp.

Desmoceras sp. du groupe du *D. difficile* d'Orb. sp.

et probablement aussi quelques gros céphalopodes déroulés dont les débris abondent dans toute l'épaisseur de l'étage.

Je crois cependant que l'on pourrait distinguer dans cet ensemble deux parties : l'inférieure, comprenant les couches 1 à 3 ; l'élément marneux y domine et l'on y trouve, dans la couche glauconieuse, en particulier, un certain nombre d'espèces du Barrémien inférieur que je n'ai pas retrouvées plus haut, entre autres :

Holcodiscus cfr. *Van den Hecke* d'Orb. sp.

Holcodiscus sp. ind.

Pulchellia pulchella d'Orb. sp.

Pulchellia cfr. *Sartousi* d'Orb. sp.

nombreux débris d'hamulines et de criocères souvent de grande taille.

Les calcaires compactes n° 4 et les couches à fossiles ferrugineux 5 et 6 formeraient le groupe supérieur.

Les calcaires compactes sont actuellement exploités sur la rive droite de la Sye, au-dessus de la fabrique de billes ; ils renferment beaucoup de céphalopodes, entre autres :

Nautilus neocomiensis d'Orb. sp.

Phylloceras Thetys d'Orb. sp.

Costidiscus recticostatus d'Orb. sp.

Hamulina Silesiaca Uhlig.

Desmoceras difficile (type) d'Orb. sp.

Pachydiscus Percevali Uhlig.

Ancyloceras nov. sp. du groupe de l'*A. gigas* Sow.

Les marnes et calcaires marneux nos 5 et 6 renferment beaucoup de fossiles à l'état pyriteux, ce sont surtout des céphalopodes :

Phylloceras sp.

Costidiscus nov. sp.

Desmoceras strettostoma Uhlig.

Heteroceras aff. *Astieri* d'Orb.

Fragments de céphalopodes déroulés.

Petits gastéropodes indéterminables (1).

(1) Cette succession est la même jusque dans ces détails que celle observée en Provence par MM. Leenhardt et Kilian. Cobonne est jusqu'à présent la station la plus septentrionale où l'on ait constaté la présence du Barrémien avec le faciès à Céphalopodes.

La petite taille de ces divers fossiles en rend la détermination peu facile, mais il n'en est pas moins intéressant de retrouver, dans le Barrémien supérieur des environs de Crest, le faciès ferrugineux si développé à divers niveaux du Barrémien en Autriche, en Espagne, en Algérie, etc.

Le Barrémien de Cobonne est assez riche en fossiles ; leur conservation laisse malheureusement souvent à désirer, aussi ai-je dû laisser de côté un certain nombre d'espèces pour l'étude desquelles je n'avais pas les matériaux suffisants ; voici, du reste la liste de celles que j'ai pu déterminer :

A = Espèces du niveau inférieur (Nos 1 à 3 de la coupe).

B = Espèces des calcaires compacts (No 4).

C = Espèces des couches à fossiles ferrugineux (Nos 5 et 6).

1. — *Belemnites (Duvalia)*, sp. ? (A) r.
2. — *Belemnites (Hibolites)*, sp. (B) a. r. petite espèce grêle et élancée du groupe du *Bel. subfusiformis*.
3. — *Phylloceras Thetys* d'Orb. (B) a. r.
4. — *Phylloceras infundibulum* d'Orb. (A et B) c.
5. — *Phylloceras* sp. ? (C), petite espèce du groupe du *Phyll. Calypso*, se retrouve dans le Barrémien de Constantine et aussi, je crois, dans l'Aptien.
6. — *Lyloceras* sp. ? Espèce lisse, identique à certaines formes de Barrême (B) rr.
7. — *Pictetia* cfr. *longispina* Uhlig, beau fragment avec les épines conservées, non en place.
8. — *Costidiscus recticostatus* d'Orbigny (B) a. r.
9. — *Costidiscus*. nov. sp. (C) rr.
10. — *Hamulina* aff. *Quenstedti* Uhlig. (A) rr.
11. — *Hamulina silesiaca* Uhlig., beau fragment bien conforme à la figure d'Uhlig.
12. — *Hamulina* sp. ? du groupe de l'*H. Astieri*, mais à côtes non tuberculées sur la grosse branche.
13. — *Desmoceras difficile* d'Orb. type r. (B).
14. — *Desmoceras* cfr. *difficile*, échantillons aplatis et un peu déformés qui abondent dans la couche glauconieuse.
15. — *Desmoceras* sp. (A et surtout B). Espèce ayant l'ornementation du *Desm. cassida* et l'ombilic abrupt du *Desm. difficile*. Elle se distingue facilement de cette dernière espèce par son ombilic plus large et son contour siphonal bien plus élargi, elle est en outre beaucoup plus renflée (1).
16. — *Desmoceras strettostoma* Uhlig (C) ac.
17. — *Holcodiscus* cfr. *Van den Hecke*, d'Orb. (A) a c.
18. — *Holcodiscus* sp., paraît appartenir au groupe de *Holc. fallax* (A) r.
19. — *Pachydiscus Percevali* Uhlig. (B) a c.
20. — *Pulchellia puchella* d'Orb. (A) a r.
21. — *Pulchellia* cfr. *Sartousi* d'Orb. (A) r r.
22. — *Hoplites cruasensis* Torcapel. (A et B), nombreux fragments qui paraissent appartenir à cette espèce assez variable.

(1) Une partie de ces échantillons appartient probablement à *Desm. cassidoides* Uhlig, tel que l'a figuré M. Haug (*Ammonitenfauna d. Puezalpe*, Pl. IX, f. 1 et 2).

23. — *Hoplites* sp., nombreux fragments appartenant probablement à plusieurs formes du groupe de *H. angulicostatus*.

24. — *Crioceras Emerici* d'Orb. (B) r.

25. — *Ancyloceras* sp., Espèce de très grande taille appartenant au groupe de *A. gigas*. Cette forme est particulièrement abondante dans certains bancs des calcaires massifs n° 4.

26. — *Heteroceras*, sp.? spires d'*Heteroceras* paraissant appartenir au groupe de *H. Astieri* (C) c.

27. — *Heteroceras* cfr. *Giraudi* Kilian. M. André, instituteur à Cobonne, m'a donné un fragment qui paraît se rapporter à cette espèce; probablement des couches (C).

28. — *Terebratulula Moutoni* d'Orb. (A et B), pullule littéralement dans les parties marneuses de B.

29. — *Rhynchonella Moutoni* d'Orb. (A), un échantillon bien conforme à la figure donnée par M. Kilian.

30. — *Semipecten (Hinnites)* sp. (A et B) du groupe de *H. Occitanicus*, Pictet.

31. — *Pholadomya* cfr. *Barremensis* Matheron. (A) rr.

32. — Débris d'échinides irréguliers (A) r.

Je n'ai pas encore trouvé à Cobonne le *Macroscaphites Yvani*, que l'on rencontre non loin de là dans les couches à *Costidiscus recticostatus* de Soyans, près Crest.

La liste ci-dessus est particulièrement composée d'ammonitides dont le plus grand nombre sont citées du Barrémien de la Provence par MM. Kilian et Leenhardt. Il est intéressant de trouver le faciès vaseux à céphalopodes du Barrémien si bien développé sur la rive droite de la Drôme; à peu de distance plus au nord, comme j'espère le montrer prochainement, on ne trouve plus au dessus de l'Hauterivien, que des calcaires plus ou moins marneux à *toxaster* contenant sur certains points de rares céphalopodes barrémiens (1).

Quant aux relations du Barrémien de Cobonne avec les calcaires coralligènes à réquiénies et orbitolines, qui, à peu de distance au nord-est, au hameau de la Rivière, sont en contact avec les marnes aptiennes, leur étude sortirait complètement du cadre de la présente note. Nous remarquerons seulement que nous n'en avons trouvé aucune trace sur le parcours de notre coupe.

(1) A Combovin et dans la chaîne de Raye, à une dizaine de kilomètres au nord de Cobonne, la succession générale est la suivante :

Valanginien. — 1) Marnes à *Bel. Emerici*.

— — 2) Calc. marneux à *Hoplites*.

Hauterivien. — 3) Marnes à *Bel. dilatatus*, *Crioceras Duvali* et petites ammonites ferrugineuses (*Holcost. Bigueti*, *Holc. Astieri*, etc.)

— — 4) Calcaires bleuâtres avec lits de marne très pauvres en fossiles, *Amaltheus clypeiformis*, *Crioc. Duvali*.

Barrémien. — 5) Marnes et calcaires marneux jaunâtres avec *toxaster* et céphalopodes barrémiens (*Pulchellia*, *Crioceras*, *Ancyloceras*, etc.)

Urgonien. — Calcaires compacts et subcristallins, avec réquiénies, orbitolines, etc.

Les calcaires à *toxaster* n° 5 sont le prolongement de ceux du Royannais qui renferment aussi une faune de céphalopodes barrémiens.

Sur la position stratigraphique des Charbons fossiles du Piémont,

par M. Fréd. Sacco.

L'on sait que, en général, l'Italie est presque complètement dépourvue de charbon fossile, de manière que, pour subvenir à ses nombreuses industries, elle doit recourir, pour une grande partie, à des charbons fossiles de l'étranger, surtout aux charbons anglais.

Cependant, si ce que je viens d'affirmer est, malheureusement, très vrai au point de vue industriel, il n'en est pas de même au point de vue uniquement scientifique, car il existe en Italie un grand nombre de régions et de nombreuses formations géologiques qui renferment des charbons fossiles de diverses natures, à commencer par les plus anciens jusqu'aux plus récents, et c'est seulement leur petite quantité relative qui rend presque sans importance leur valeur industrielle.

Sous ce rapport, l'examen géologique fait dans la région piémontaise nous prouve clairement la vérité de ce que je viens d'avancer.

En effet, en commençant par les terrains archaïques qui constituent la charpente générale de la chaîne alpine, nous voyons apparaître dans le gneiss ancien, mais surtout dans la grande zone micaschisteuse ou micaphyllitique qui, avec une très grande puissance, recouvre le gneiss fondamental, de nombreuses lentilles de *Graphite*; cette puissante formation micaphyllitique doit être rapportée, je pense, au *Huronien*, prenant cette période dans son sens le plus large, tandis que la formation gneissique-granitique fondamentale devrait être considérée comme *laurentienne*.

Quoi qu'il en soit, il est intéressant de signaler comment l'on rencontre assez souvent, parmi les gneiss micacés et les micaschistes prépaléozoïques, des lentilles, ordinairement peu étendues, de *Graphite*, qui, dans plusieurs régions, sont exploitées. Les localités plus connues de ces formations sont : la vallée du Pellice (Villar Pellice, Torre Pellice et Bricherasio); la vallée du Chisone (Villar Perosa, S. Germano, Roure, Pramollo, Porte, Mentouille, Abbadia alpina, Cantalupa, etc.); la vallée de Suse, près de Bardonnèche; la vallée d'Aoste, près de Quincinetto; la vallée de la Sesia, près d'Alagna et de Coggiola; le bassin hydrographique du Tessin (Mig-

giandone, Margozzo, Craveggia, Campello Monti, Antrona piana, Schiarano, etc.).

Ces lentilles graphitiques présentent quelquefois, localement, une constitution telle qu'elles passent presque à l'anhracite.

L'on sait que, dans la région alpine piémontaise, les formations archaïques sont, pour la plupart, recouvertes directement, soit par des terrains mésozoïques, soit par des terrains paléozoïques dont les plus anciens, nettement déterminés jusqu'ici, appartiennent au *Carbonifère*.

L'on sait aussi que, malheureusement, cette importante formation, qui renferme presque toujours ailleurs le précieux combustible dit *Lithanthrace*, renferme bien aussi, assez souvent, dans la région alpine, des lits de charbon fossile, mais à l'état d'*Anhracite*, à cause du profond métamorphisme qui accompagna le plissement puissant des chaînes alpines et qui fit par conséquent disparaître du charbon fossile une grande partie des substances volatiles bitumineuses ou hydrocarburées. En général, cependant, ce charbon fossile conserve encore une certaine quantité de matières volatiles combustibles de sorte que, dans plusieurs cas, il peut mieux s'appeler *Lithanthrace anhracitique*.

Faisons observer, accidentellement, que si la nature anhracitique de ce charbon fossile et certains phénomènes stratigraphiques mal interprétés, purent laisser d'abord quelques doutes sur l'âge véritable des terrains qui le renferment, les données paléontologiques que l'on va réunissant de jour en jour, ne laissent plus aucun doute que ces terrains doivent être attribués à la période carbonifère.

Le charbon fossile en question est généralement noir, luisant, schisteux et, tout en étant pauvre en matières volatiles, il peut cependant être utilisé pour plusieurs usages, surtout s'il est mêlé avec une certaine quantité de bonne *Lithanthrace* ou d'un autre charbon bitumineux.

Les bancs à charbons dont nous nous occupons sont assez fréquents parmi les argiloschistes et parmi les grès du Carbonifère; ils sont quelquefois accompagnés par de petites couches graphiteuses; ces bancs sont cependant malheureusement assez minces, puisque bien rarement quelques-uns seulement atteignent une puissance de 2 mètres, tandis qu'ordinairement ils ont à peine une épaisseur de quelques centimètres; ils sont ainsi peu utilisables tout en se présentant souvent répétés trois, quatre ou cinq fois dans la formation carbonifère. Pourtant, dans certains cas, une exploitation intelligente et active de quelques-uns de ces gisements anhracitiques pourrait devenir importante au point de vue industriel; en effet,

M. l'ingénieur Santelli a récemment calculé que l'exploitation des gisements carbonifères de la Thiule pourrait donner un gain d'environ trois millions par an.

Le simple examen des affleurements de charbons peut assez bien nous indiquer la zone de développement des dépôts carbonifères qui, en forme de demi-cercle, entourent le Piémont du côté occidental.

En effet, dans l'Apennin septentrional génois, surtout dans la haute vallée de la Bormida, nous voyons déjà apparaître plusieurs affleurements anthracitiques près de Mallare, de Pallare, de Bormida, d'Osiglia, de Murialdo, de Calizzano, etc., et ce furent surtout ces affleurements qui firent reconnaître la formation carbonifère où, tout d'abord, l'on ne supposait même pas qu'elle existât.

Vers le nord-ouest la zone carbonifère affleure avec plus d'extension en présentant çà et là des bancs anthracitifères dans les Alpes Maritimes, comme près de Valdieri dans la vallée du Gesso, près de Demonte et de Valloriate, dans la vallée de la Stura de Cuneo, près d'Acciglio, dans la vallée de la Maira, etc.

Plus au nord, la formation carbonifère se développe assez amplement, mais elle se trouve presque toujours du côté français de la chaîne alpine; elle rentre cependant, mais sur une faible surface, dans le territoire italien dans la haute vallée de Suse, mais bien plus amplement dans la haute vallée d'Aoste, où, par suite, nous retrouvons de nombreux affleurements d'Anthracite comme à la Thiulle, à la Salle, à Morgex, à Courmayeur, à Saint-Rémy, etc.

Ensuite, dans son développement successif vers le nord, la zone carbonifère abandonne définitivement les régions alpines italiennes, et, se rétrécissant de plus en plus, elle va finir en petites bandes dans la vallée du Rhône, ne renfermant plus que de rares lentilles anthracitiques.

Les formations secondaires sont relativement peu développées dans le Piémont et ne renferment pas de lentilles à charbon qui méritent d'être indiquées.

Par contre, dans les terrains tertiaires qui constituent une partie si notable de la région piémontaise, les lits qui contiennent du charbon fossile sont assez fréquents, ainsi que nous allons voir.

En outre du charbon fossile l'on rencontre aussi çà et là des traces de pétrole dont les plus importantes sont reliées spécialement avec les terrains éocéniques inférieurs à *faciès ligurien*, ainsi que l'on peut le voir, par exemple, dans le Tortonais, dans les collines

de Voghera, du Plaisantin, etc. ; on observe, avec le pétrole, presque toujours aussi dans ces localités le développement d'une certaine quantité d'hydrogène carburé.

En remontant la série éocénique représentée essentiellement, à la base, par des bancs nummulitiques ou par des bancs *liguriens* et, à sa partie supérieure, par des bancs calcaires marneux du *Bartonien*, l'on ne rencontre que des résidus insignifiants de charbon fossile ; par contre celui-ci, à l'état de lentilles lignitiques irrégulières, devient plus fréquent dans l'Eocène supérieur ou *Sextien*, comme on l'observe, par exemple, près de Marmorito, dans les collines Turin-Casal.

Mais les dépôts de charbon sont beaucoup plus fréquents et plus puissants dans l'Oligocène et plus spécialement dans le *Tongrien* inférieur : c'est là un fait si bien établi que, dans le relevé géologique du bassin tertiaire du Piémont, la présence d'une lentille lignitique me servit parfois comme caractère secondaire pour reconnaître l'affleurement de quelques zones *tongriennes*.

Le lignite *tongrien* est assez compacte, luisant, d'assez bonne qualité ; mais, après quelque temps d'exposition à l'air, il se casse en petits morceaux : on l'exploite dans plusieurs régions, mais presque toujours les lentilles lignitifères sont bientôt épuisées à cause de leur peu de puissance et de leur faible extension.

Quelques zones lignitifères de la région que nous examinons sont fameuses pour leurs fossiles, surtout pour les restes d'*Anthracotherium* qu'elles renferment ; parmi ces zones l'on doit spécialement remarquer les environs de Cadibona et de Bagnasco ; en général, l'on peut dire que la plupart des dépôts lignitiques en question se formèrent durant la première moitié de la période *tongrienne*, dans des dépressions marécageuses ou dans des bassins où se réunissaient des cours d'eau ; cela nous explique comment les formations lignitifères plus puissantes se trouvent justement dans les régions montueuses de l'Apennin septentrional, où les dépressions lacustres devaient se former plus aisément.

Voulant indiquer les affleurements lignitiques principaux du *Tongrien* inférieur, nous pouvons signaler d'abord ceux de Mombasiglio, de Ceva et de Scagnello, dans la région de passage entre les Langhe et l'Apennin septentrional. Les dépôts lignitiques dans la vallée du Tanaro, près de Noceto, Bagnasco, Perlo, Massimino, Priola, etc., sont assez développés.

Dans son développement le long de l'Apennin génois-piémontais, la formation *tongrienne* offre plusieurs affleurements de lignite, comme près d'Altare, de Cadibona, de Pareto, de Ponzone, de

Morbello, de Grogcardo, de Casinelle, de Mornese, de Voltaggio, d'Isola del Cantone, de Roccaforte, etc.

Nous voyons le même fait se répéter très fréquemment dans les zones *tongriennes* du Tortonese, des collines de Voghera, du Plaisantin, etc. ; il suffit d'indiquer à ce propos les lentilles lignitiques de Gremiasco, de Pozzo del Gróppo, de Varzi, de Val di Nizza, de Valverde, de Zavattarello, etc.

Dans les collines de Turin-Casal l'affleurement des zones *tongriennes* est également signalé parfois par de petites couches de lignites, comme, par exemple, près d'Oddalengo-Grande, près de Villadeati, etc.

Dans les formations de l'Oligocène supérieur, il est rare de trouver des lentilles lignitiques, surtout dans le *Stampien*. Dans les zones *Aquitaniennes* l'on rencontre par ci par là quelques petites couches insignifiantes de lignite, comme près d'Acqui, près de Torre Uzzone, etc.

Quant au Miocène, l'on peut dire qu'il est très pauvre en restes lignitiques. Ils manquent en effet presque complètement dans le *Langhien* et ils sont très rares dans le *Tortonien*. Par contre, on en trouve assez souvent çà et là parmi les marnes et les sables *helvétiques*, mais toujours sporadiquement et jamais en assez grande quantité pour présenter une importance industrielle. Nous faisons cependant observer que dans les formations *helvétiques* qui reposent directement sur les régions subalpines, les lentilles lignitiques deviennent plus fréquentes et plus puissantes ; ainsi, par exemple, près de Monastero de Vasco, de Vicoforte, de S. Michele Mondovi, etc. Ce fait s'explique en supposant que dans les anses marines de ces régions venaient se déposer les matériaux végétaux que transportaient les cours d'eau descendant des Alpes ; dans ces localités doivent en outre s'être constitués des marécages ou lagunes, comme nous l'indique la présence de *Potamides*, de *Melanopsis*, etc. au milieu de petites couches de lignite.

Dans les collines de Turin, dont les formations tertiaires se déposèrent aussi à peu de distance des régions alpines et par conséquent dans des conditions un peu semblables à celles des collines de Mondovi, nous rencontrons dans les lits *helvétiques* des restes fréquents, quoique malheureusement peu abondants, de lignite ; comme près de Turin, de Baldissero torinese, de Sciolze, de S. Raffaele, de Robella, de Bersano, etc.

La formation *messinienne*, tout en représentant une période de *faciès* spécialement continental, ne renferme cependant pas en Piémont de dépôts notables de charbon ; cependant il est important

d'observer que l'on rencontre souvent, dans la série *messinienne*, soit dans sa partie inférieure, soit surtout dans sa partie supérieure, des lits de marne noirâtre, charbonneuse, parfois aussi assez bitumineuse, qui représente, par les fossiles qu'elle renferme, un dépôt d'estuaire.

Les marnes et les sables bleuâtres du *Plaisancien* renferment assez souvent de petites couches lignitiques, cependant assez minces; ces dépôts se trouvent plus fréquents vers la base du *Plaisancien*, là où cette formation s'appuie au pied des Alpes, pour les mêmes raisons déjà exposées à ce propos en traitant de l'*Helvétien*.

Les lignites *plaisanciens* sont beaucoup moins compactes et moins métamorphisés que ceux du *Messinien*; ils conservent même encore souvent assez bien la structure fibro-ligneuse; alors que (comme cela arrive souvent) l'on rencontre des troncs d'arbres entiers fossilisés dans cet horizon géologique, ils peuvent se comparer (abstraction faite de la nuance noirâtre) assez bien aux pièces de bois que l'on trouve assez souvent renfermées dans les tourbières. Par suite de leur peu d'importance, les dépôts lignitiques du *Plaisancien* ne présentent aucune valeur industrielle.

Relativement au *Plaisancien* nous pouvons encore dire que, parmi les marnes bleuâtres, l'on a observé çà et là, par exemple près de Cherasco, des traces de pétrole, non cependant en quantité suffisante pour permettre son exploitation.

Quant au Pliocène supérieur, relativement à la question qui nous occupe, nous devons faire une distinction nette entre les dépôts marins, les dépôts d'estuaire et les dépôts continentaux; les premiers, qui représentent l'*Astien* typique, n'offrent que des résidus lignitiques sporadiques et insignifiants, surtout vers la base, dans la zone de passage au *Plaisancien*.

Les formations du Pliocène supérieur, à faciès d'estuaire, désignées dans leur ensemble sous le nom de *Fossanien*, renferment très souvent des lits lignitiques assez importants, surtout dans les régions peu éloignées des Alpes, comme, par exemple, près de Castellamonte, de Baldissero Canavese, de Giffenga, de Mottalciata, de Boca, de Maggiora, etc., où l'on fit des excavations pour exploiter ces lignites.

Mais les dépôts lignitiques du Pliocène supérieur à faciès continental, à savoir du *Villafranchien*, sont encore plus fréquents et plus importants, surtout dans les zones subalpines. En effet, l'on comprend aisément que, vers la fin de l'époque pliocénique, les grands cours d'eau qui débouchaient des régions alpines, outre les matériaux fins et grossiers qu'ils entraînaient, devaient charrier aussi de

nombreux résidus d'arbres arrachés aux flancs des vallées alpines; ces restes végétaux allaient se déposer ou dans des bassins tranquilles près du pied des Alpes ou bien parmi les formations alluviales de la plaine, à peu de distance des Alpes; leur dépôt ne se faisait généralement pas pendant les périodes tumultueuses des cours d'eau, mais peu après, à cause du flottement des troncs d'arbres; cela nous explique comment ces dépôts lignitiques se trouvent pour la plupart renfermés dans des lits marneux-argileux.

L'on trouve des lits de lignite *villafranchien* un peu notables surtout près de Mommello, à peu de distance de Lanzo, près de Front, le long du cours du Malone, ainsi que le long du cours du Tessin, etc., etc.

Ces différents lignites pliocéniques ne sont cependant pas de bonne qualité et parfois même ils peuvent être classés, tant pour les caractères extérieurs que pour leur composition chimique, plutôt parmi les bois des tourbières que parmi les lignites véritables.

En passant enfin au Quaternaire, nous observons que le Piémont se montre très riche en dépôts de tourbe, quelquefois assez puissants; dans ce cas aussi, cependant, ces formations n'ont généralement pas une grande extension, de sorte que leur importance, au point de vue de leur application pratique, reste assez faible.

En effet, ces dépôts de tourbe sont en voie de rapide épuisement; quelques-uns ont été déjà exploités complètement et, malheureusement, le temps n'est pas loin où il n'en existera plus que les traces.

La cause principale qui détermina la formation des dépôts de tourbe fut le dépôt irrégulier des terrains moréniques, de sorte que, avec le retrait des glaciers, des dépressions nombreuses se formèrent, irrégulières et peu profondes (intermoréniques, ou dues à des barrages moréniques, etc.), qui se changèrent naturellement en de petits lacs; dans ces lacs et autour d'eux se développa une riche végétation lacustre, marécageuse, dont les restes accumulés constituèrent les dépôts de tourbe qui renferment souvent des troncs d'arbres de différentes essences.

Ces phénomènes se produisirent surtout dans les régions subalpines et aussi un peu en dehors du cercle alpin, là où les glaciers construisaient des amphithéâtres moréniques; par contre, ces formations de tourbe se constituèrent moins communément et moins amplement, en général, dans les hautes régions alpines, comme près de S. Anna de Vinadio, du Grand S. Bernard, etc; par suite, les dépôts tourbeux les plus importants que nous signalons ici appartiennent spécialement à la première catégorie.

Dans l'amphithéâtre morénique de Rivoli, qui, d'ailleurs, est typique au débouché de la vallée de Suse, nous trouvons les tourbières de Trana, d'Avigliana et de Buttigliera. Elles sont beaucoup plus abondantes dans le grandiose amphithéâtre morénique d'Ivrea, au débouché de la Dora Baltea (Vallée d'Aoste); là, en effet, les dépôts de tourbe abondent presque partout, soit parmi les cordons moréniques, soit sur le fond légèrement ondulé de cet amphithéâtre; nous signalons surtout les tourbières d'Alice Canavese, de Torre di Bairo, de S. Martino Canavese, de Vialfrè, de Romano Canavese, de Vische, de Viverone, d'Azeglio, d'Albiano d'Ivrea, de Piverone, de Bollengo, de Burolo, d'Ivrea, de Montalto Canavese, de Borgofranco d'Ivrea, etc.

Dans le bassin hydrographique du Tessin, l'on rencontre plusieurs dépôts de tourbe, comme ceux d'Antrona piana, de Buttegnò, de Bogninco, de Druogno, etc.

Les formations moréniques qui entourent au sud le lac d'Orta présentent aussi çà et là des accumulations de tourbe, comme près de Pettenasco, d'Ameno, etc. Mais les plus importantes sont les tourbières qui se sont formées parmi les terrains moréniques qui constituent l'ample amphithéâtre glaciaire du Lac Majeur (Tessin); nommons à droite celles de Baveno, de Gignese, de Nocco, de Mago gnino, de Massino, de Fosseno, de Tapigliano, de Ghevio, d'Inverio, d'Arona, d'Oleggio Castello, de Mercurago, de Borgoticino, de Castelletto ticino, de Marano ticino, etc.; dans la partie gauche de cet amphithéâtre, s'étendant jusqu'à Varese, nous trouvons les dépôts de tourbe de Bobbiate, de Bizzozzero, de Schiano, de Galliate, de Cazzago, de Biandronno, de Bardello, de Bregano, de Brebbia, de Lentate Verbano, de Cadrezzate, de Comabbio, de Varano, de Casaleitta, de Mombello, de Laveno, d'Angera, etc.

Outre ces tourbières d'origine morénique, l'on trouve çà et là, sur la plaine piémontaise, des dépôts de tourbe qui se sont formés dans les dépressions laissées par les cours d'eau qui régularisaient peu à peu leur régime en rétrécissant leur lit; ces dépôts, qui se substituèrent graduellement aux marais, qui étaient d'abord très abondants sur la plaine du Pô, sont parfois assez étendus mais presque toujours peu épais; nous en trouvons des exemples près de Cervere, de Revello, de Scalenghe, de Vinovo, de Torre S. Giorgio, de Salussola, de Crescentino, etc.; on doit aussi faire entrer dans cette catégorie quelques-unes des tourbières qui se trouvent dans la plaine intérieure des amphithéâtres moréniques, ainsi pour celui d'Ivrea, les tourbières de Vische, de Bollengo, etc.

Toutes ces différentes sortes de tourbières se formèrent seulement après la période de grand développement des glaciers, savoir, pendant le *Terracien*.

CONCLUSIONS

De ce que l'on vient d'exposer l'on peut, en résumant, tirer les conclusions suivantes :

1. — Sur différents points de la série stratigraphique existent en Piémont des dépôts de charbon fossile, mais leur importance n'est pas très grande au point de vue industriel, à cause de leur peu de puissance et de leur peu d'extension.

2. — Les formations carbonifères les plus abondantes correspondent presque toujours à un plus grand développement général ou local de la vie continentale.

3. — Si l'on considère :

(a) Que les charbons fossiles de la période carbonifère qui, généralement, dans les autres pays, sont à l'état de lithanthrace (passant parfois aussi localement à des graphites), furent métamorphisés dans les Alpes piémontaises en anthracite à cause de pressions puissantes et d'autres phénomènes chimico-physiques concomitants ;

(b) Que même au-dessus des terrains carbonifères s'étendent des formations (*permiennes*) certainement sédimentaires, constituées par des roches gneissiformes très semblables aux roches archaïques ;

(c) Que les terrains archaïques se présentent généralement stratifiés assez régulièrement ;

Je crois que l'on peut conclure que ces formations archaïques, malgré leur *faciès* cristallin, sont généralement d'origine sédimentaire, seulement qu'elles ont été métamorphisées très profondément et que, par conséquent, les lentilles graphiteuses qui y sont renfermées représentent vraiment les résidus des végétaux de ces anciennes époques géologiques.

4. — Par rapport aux périodes géologiques, les dépôts de charbon fossile du Piémont peuvent se grouper dans le tableau suivant :

		GRAPHITE	ANTHRACITE	LIGNITE	TOURBE
NÉOZOIQUE	<i>Terracien Saharien</i>	..... .....	..... .....	..... traces	abondantes traces
CÉNOZOIQUE	<i>Villafranchien</i>	.....	.....	abondant	
	<i>Fossanien</i>...	.....	.....	pas rare	
	<i>Astien</i> .....	.....	.....	traces	
	<i>Plaisancien</i>..	.....	.....	pas rare	
	<i>Messinien</i>...	.....	.....	traces	
	<i>Tortonien</i>...	.....	.....	traces	
	<i>Helvétien</i>...	.....	.....	traces nombreuses	
	<i>Langhien</i>...	.....	.....	traces	
	<i>Aquilanien</i>...	.....	.....	traces nombreuses	
	<i>Stampien</i>...	.....	.....	traces	
	<i>Tongrien</i>...	.....	.....	abondant	
	<i>Sextien</i> .....	.....	.....	pas rare	
PALÉOZOIQUE	<i>Bartonien</i>...	.....	.....	traces	
	<i>Parisien</i> ....	.....	.....	traces	
PALÉOZOIQUE	<i>Carbonifère</i>..	.....	abondante		
PRÉPALÉOZOIQUE	<i>Huronien et Laurentien</i>	Pas rare			

Séance du 3 Février 1890

PRÉSIDENCE DE M. MUNIER-CHALMAS, VICE-PRÉSIDENT

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame Membre de la Société, M. DEYDIER, Notaire à Cucuron (Vaucluse), présenté par MM. Depéret et Riche.

M. Hébert écrit au Président de la Société pour lui annoncer la mort de M. NEUMAYR, Professeur de Paléontologie à l'Université de Vienne.

Le Président annonce que le Conseil propose à la Société l'Auvergne, (Mont-Dore, Perrier et Le Puy), comme lieu de la réunion extraordinaire en 1890.

Cette proposition, mise aux voix, est adoptée à l'unanimité.

M. Parran fait la communication suivante :

Observations sur les dunes littorales de l'époque actuelle et de l'époque pliocène en Algérie et en Tunisie,

par M. A. Parran.

Dans ses remarquables leçons de géologie pratique, Elie de Beaumont a, le premier, coordonné et précisé les phénomènes physiques qui concourent à la formation des rivages maritimes.

Il a montré la tendance générale de la mer à clore son domaine par des levées de sables ou de galets, là où la clôture naturelle des falaises fait défaut, et proposé les dénominations d'*Appareil littoral*, de *Cordon littoral*, qui sont devenues classiques. Elie de Beaumont a étudié particulièrement les dunes qui tendent à empiéter sur le domaine terrestre et les deltas qui tendent à empiéter sur le domaine maritime. Le tableau a été tracé de main de maître, d'un trait assez large et assez sûr, pour laisser place aux observations ultérieures, sans avoir à en redouter aucune altération.

Nous venons présenter ici brièvement quelques-unes de ces observations que l'étude du littoral nous a permis de recueillir en Tunisie et en Algérie.

Sur ce littoral, les sables des grandes dunes sont des sables, siliceux homogènes; ils résultent d'une trituration et d'un classement naturel, poussés en quelque sorte jusqu'à leur dernière limite. Indécomposables par les agents atmosphériques, ils possèdent une mobilité extrême, qui reparait aussitôt que les sables mouillés par la pluie, sont redevenus secs. Ils se rapprochent d'un liquide par leur facilité d'écoulement, leur incompressibilité, et leur aptitude à remplir exactement les vides les plus irréguliers. Le phénomène des dunes de coteaux, qui font plus particulièrement l'objet de cette note, n'est pas sans présenter quelque analogie avec le phénomène des glaciers de montagnes, bien qu'ils se produisent l'un et l'autre dans des conditions presque diamétralement opposées.

Les dunes de coteaux n'ont pas été distinguées par Elie de Beaumont des dunes de plaines, et cependant la distinction s'impose. Tandis que ces dernières se forment aux embouchures des grandes vallées ou sur les plages découvertes, les dunes de coteaux ne peuvent se développer que sur un sol accidenté, relié au rivage par une déclivité convenable, et exposé à l'action prédominante d'un des vents du large. Elles sont caractérisées par des altitudes notablement plus fortes que les dunes de plaines, par une avancée plus considérable à l'intérieur des terres, enfin par les sources jaillissantes auxquelles elles donnent issue, lorsque le sol qu'elles recouvrent est peu perméable.

Au lieu d'être un fléau pour les habitants du littoral algérien, comme les dunes de plaines qui engendrent les marais et la fièvre, elles peuvent devenir une source de bien-être et de richesse lorsqu'elles seront utilisées.

Les dunes de coteaux et les dunes de plaines, si différentes dans leurs types extrêmes, se relient cependant par un type intermédiaire qu'on peut observer en Gascogne et en Hollande, dans lequel les sables, continuant à s'accumuler et à se répandre sur un ensemble de dunes déjà formé, s'élèvent à des hauteurs de plus en plus grandes et comparables à celles qu'on observe dans les dunes de coteaux. Le niveau de la nappe d'eau souterraine peut alors s'élever dans ces dunes au dessus de celui du sol de la plaine et donner naissance, dans certains cas, à des sources jaillissantes.

La marche d'une dune n'est pas uniforme ou ne l'est que temporairement. Au début elle est généralement accélérée; à la fin elle est ralentie; finalement elle devient nulle lorsque les causes physiques qui s'opposent à son extension font équilibre à celles qui la favorisent. Les sables arrivant à l'extrémité de la dune sont alors dispersés par les vents contraires. La dune forme un immense *sablier naturel*, selon l'heureuse expression d'Elie de Beaumont, il faut toutefois reconnaître que le sablier n'est pas *taré*, et ne saurait servir de chronomètre pour évaluer la durée de la période actuelle.

C'est surtout dans la province de Constantine et à l'est de Philippeville, que se présentent des dunes de coteaux nettement caractérisées. Nous citerons parmi les plus importantes celle de l'Oued Kébir entre le Filfila et le cap de Fer, qui atteignent jusqu'à 109^m d'altitude; celles du Cap Rosa (côte ouest), entre Bône et Lacalle, qui atteignent 119^m, pénètrent en coin à 20 kilomètres dans l'intérieur et donnent issue à des sources jaillissantes; enfin celles de l'Oued Zouahra, à l'est de Tabarka, dans le pays de Nefzas (Tunisie).

Cette dernière peut servir de type pour les grandes dunes de coteaux, et mérite, à ce titre, une description plus détaillée.

Elle occupe tout le littoral entre l'Oued Berkoukech et l'Oued Zouahra sur une longueur de 10 kilomètres. Formée et poussée par le vent du N.-O., elle a pénétré suivant cette direction, mais en se rétrécissant progressivement, jusqu'à 12 kil. du rivage, recouvrant ainsi une superficie totale d'environ 65 millions de mètres carrés. Elle est arrêtée dans sa marche par la vallée encaissée de l'Oued-Melah, où règnent des vents différents qui dispersent les sables et en empêchent l'accumulation. La dune atteint et dépasse en quelques points une altitude de 200 mètres. Certaines parties de la dune sont fixées et présentent quelques touffes de lentisques, quelques bouquets de chênes, rejets rabougris des forêts, que le sable a envahies; d'autres parties sont mobiles et se terminent par un talus d'éboulement de 10 à 15^m de hauteur qui s'avance peu à peu. Les sables siliceux résultent en partie de la trituration des grès siliceux tertiaires, durs, jaunâtres, qui bordent le littoral et constituent l'île de Tabarka; mais ils proviennent surtout des grès bruns quaternaires des falaises, qui ont été formés eux-mêmes aux dépens des grès tertiaires, et sont beaucoup plus friables.

La dune a étendu son manteau fauve sur les inégalités du sol; elle en a comblé les dépressions, et recouvert les crêtes dont quelques pitons seulement surgissent au milieu des sables; elle reproduit néanmoins, dans son ensemble, le relief des terrains qui lui servent de base et sur lesquels elle s'est moulée. L'épaisseur moyenne de la couche de sable peut être évaluée à 10^m au moins, ce qui donne pour le volume total de la dune, 650 millions de mètres cubes environ. Le sous-sol, composé d'argiles, de grès et de poudingues, est à peu près imperméable; les eaux fluviales s'infiltrant à travers les sables se réunissent en majeure partie dans plusieurs thalwegs dont la pente les amène au jour dans la vallée de l'Oued Melah où, au sortir de la dune, elles forment par leur réunion une véritable rivière.

Le sable siliceux, absolument pur, de la dune, sert à la fois de filtre et d'enveloppe poreuse pour les eaux qu'il emprisonne. Aussi la pureté, la limpidité et la fraîcheur relative des eaux de la dune sont-elles tout à fait caractéristiques dans un pays où la plupart des sources sont plus ou moins minéralisées.

On sait que des sables fins tassés peuvent absorber en eau 20 % au moins de leur volume.

La dune de l'Oued Zouahra, dont le volume est environ de 650 millions de mètres cubes, peut donc absorber 130 millions de

mètres cubes d'eau. Ce chiffre est bien loin d'être atteint dans la réalité, par suite de l'insuffisance des pluies, et des pertes dues au ruissellement, à l'évaporation, aux suintements, aux espaces perdus, etc., mais réduit au $1/10$ ou même au $1/20$, il suffit encore pour donner une idée de l'importance de ces immenses filtres réservoirs et des sources qui peuvent s'en échapper. Suivant qu'on adopte l'un ou l'autre des coefficients de réduction indiqués ci-dessus, la dune pourrait débiter pendant une année entière de sécheresse, un volume d'eau de 390 ou de 485 litres par seconde.

Les plages et les levées de sables ou de galets, qui forment le cordon littoral des rivages algériens, obéissent aux lois exposées par Elie de Beaumont, et ne donnent lieu à aucune observation particulière. Elles se rattachent par le mécanisme de leur formation aux barres édifiées à l'embouchure des rivières et à celles qui ferment peu à peu les petites anfractuosités (Mersas), taillées dans la falaise, et en préparent ainsi le comblement concurremment avec les graviers charriés par les ravins au moment des crues. Toutefois ces barres nous révèlent une propriété importante des sables tassés en digues naturelles, celle d'opposer un obstacle efficace au mélange de l'eau douce et de l'eau de mer. Cette propriété est facile à vérifier pendant les périodes de sécheresse, lorsque la barre des rivières algériennes s'est fermée d'une manière complète, ce qui a lieu au moins pour les cours d'eau de médiocre importance. On peut alors s'assurer que l'eau est douce à l'intérieur de la barre, ou plutôt saumâtre, mais pas plus saumâtre que ne le sont en général les eaux stagnantes de l'Algérie. D'autre part, au centre de la plupart des Mersas, les indigènes ont, depuis les temps les plus reculés, creusé des puits dont l'eau n'est pas irréprochable, mais peut servir cependant aux usages domestiques, et même, faute de mieux, à la boisson. Dans l'un et l'autre cas, l'interposition d'un sable fin et tassé suffit pour empêcher le mélange des eaux douces et salées. Cette interposition est d'ailleurs indispensable, car sans elle et sous l'action du vent ou des courants, les eaux se mélangeraient, ainsi que cela arrive dans les rivières dont la barre est ouverte, ou dans les lagunes qui communiquent avec la mer.

Les causes physiques qui déterminent la formation des plages et des dunes n'ont aucun lien qui les rattache d'une manière exclusive aux phénomènes de l'époque actuelle; elles ont dû se manifester aux époques antérieures et produire les mêmes effets. La qualification de : *Ère des Dunes*, appliquée à l'époque actuelle, ne saurait être admise dans le sens caractéristique que lui attribuait Elie de Beaumont.

L'étude du littoral algérien nous fournirait plus d'une preuve à l'appui de cette observation. Nous nous bornerons à citer un exemple pris dans la province d'Oran, à 8 kil. environ et à l'est de l'embouchure de la Tafna, région que nous avons plus particulièrement étudiée et que les beaux travaux de M. Vélain avaient déjà fait connaître aux géologues.

Une coupe tracée N.-S. perpendiculairement au rivage de la mer, entre la Mersa Bénisaf et la Mersa Hamed, donne la succession suivante des terrains en allant de haut en bas :

8. — Dépôts marins quaternaires ou néopliocènes	20 ^m	
7. — Coulées de basalte (Ile de Rachgoun et falaises voisines)	8 à 20 ^m	
Pliocène. {	6. — Astien, sables et grès, helix, coquilles marines, débris de mammifères marins et terrestres, ancienne plage ou levée de sables	30 ^m
	5. — Sables fins, siliceux, jaunes, sans fossiles, d'épaisseur très variable. Ancienne dune de coteaux	20 ^m
Helvétien. {	4. — Calcaires crayeux avec peignes, grandes huitres, poly-piers astréens; formation coralligène	2 à 10 ^m
	3. — Grès friables graveleux de Béni-Saf et de Nemours, avec gros clypéastres; dépôt littoral	10 ^m
2. — Calcaire dolomitique, sans fossiles, métamorphisé et associé aux minerais de fer. Ce calcaire, d'âge non déterminé, est considéré comme jurassique		30 ^m
1. — Schistes argilo-quartzeux, sans fossiles, très développés dans les Traras et aux environs d'Oran, formant un ensemble correspondant probablement à plusieurs époques géologiques, et, en tous cas, le plus ancien substratum du littoral Oranais. Visibles dans la région qui nous occupe au Djebel Scouna, et à l'Aouaria, sur une épaisseur d'environ		800 ^m

L'assise n° 6, avec ses sables plus ou moins agglutinés, ses coquilles marines, ses helix terrestres, et ses débris de mammifères marins et terrestres, offre une analogie frappante avec les plages ou les levées de sable qui se forment actuellement sur les côtes basses de l'Algérie et présentent les mêmes associations de restes organisés.

L'assise n° 5, avec son sable jauné, fin, siliceux, sans fossiles, d'épaisseur très variable, comblant les inégalités du sol et en moulant le relief, est pour nous le témoin irrécusable d'une dune pliocène, qui s'élève jusqu'à 180 mètres environ au dessus du niveau de la mer. La portion de cette dune, comprise entre les ravins de l'Hamed et du Boukourdan, occupe en superficie plus d'un kilomètre carré.

Cette partie se trouve encaissée dans une cuvette des schistes n° 1 qui sont imperméables. La cuvette est inclinée au nord vers la mer, et échancrée par l'ouverture de la Mersa, dans laquelle surgit une

source limpide, dont le débit est de 9 litres par seconde. L'ensemble de ces caractères dénote une dune de coteaux.

Les caractères spéciaux que doivent réunir les sables susceptibles de constituer les grandes dunes, et l'absence de fossiles marins, visibles à l'œil nu, dans les parties de ces dunes qui ne sont pas immédiatement attenantes au rivage sur lequel elles ont pris naissance, nous paraissent fournir un diagnostic applicable aux formations de cette nature intercalées dans les dépôts antérieurs à ceux de la période actuelle.

Nous rappellerons, en finissant, un fait historique qui se rattache à notre sujet :

J. César assiégeait, il y a près de 20 siècles, Alexandrie, dont il avait occupé les faubourgs. L'eau douce, nécessaire à l'alimentation de la ville, était, comme aujourd'hui, amenée du Nil par un canal, et distribuée dans les citernes. Ganymède défendait Alexandrie. A l'aide de machines élévatoires, il substitua l'eau de mer à l'eau douce dans les conduites qui distribuaient l'eau aux citernes des faubourgs, et rendit ainsi impotable la seule eau douce que les Romains eussent à leur disposition. Les soldats de César, terrifiés, vinrent supplier leur chef de lever le siège. César répondit qu'en creusant des puits on trouverait de l'eau douce, que la nature en avait placé dans les sables de tous les rivages, et que l'Egypte ne devait pas faire exception à cette loi. En même temps il donna l'ordre aux centurions de suspendre tout autre ouvrage et de faire nuit et jour, sans relache, creuser des puits sur la plage qui sépare la mer du lac Maréotis. Chacun s'y mit avec ardeur, et, en une seule nuit, on obtint une grande quantité d'eau douce. Bientôt après, César entra dans Alexandrie.

L'homme de guerre incomparable, à la pénétration duquel aucun détail n'échappait, avait, pendant la guerre civile, campé longtemps sur le littoral africain; il avait, sans nul doute, remarqué les puits creusés par les indigènes dans l'intérieur des Mersas, ou sur les plages comprises entre les lagunes et la mer. Dans une situation critique, il sut mettre à profit, pour le salut de son armée, l'observation d'un fait qui appartient au domaine de la géologie, et dont, à ce titre, le souvenir a pour nous un intérêt particulier.

M. VÉLAIN, à propos d'un passage de la communication précédente, rappelle que, sous le nom de *schistes d'Oran*, vient se ranger, dans la province de ce nom, une longue bande de grès très fissiles et de schistes argileux avec quartzites intercalés, étroitement localisée à la zone littorale depuis Arzew, dans l'est d'Oran, jusqu'à

l'Oued Modrag à l'ouest, en passant par les caps Ferrat, Falcon et Lindless, et dont la position stratigraphique n'a jamais été fixée avec précision. Rapportée dans le principe aux formations paléozoïques les plus anciennes, cette zone gréseuse et schisteuse figure comme triasique dans la carte géologique provisoire des provinces d'Alger et d'Oran, publiée en 1881 par MM. Pomel et Pouyanne ; dans sa description stratigraphique générale de l'Algérie publiée plus récemment (1889), M. Pomel, tout en laissant encore cette bande dans les terrains infrajurassiques, déclare ensuite avec raison qu'une grande incertitude règne encore dans la détermination précise de l'âge des diverses couches qui la composent. Des observations, plus détaillées, permettront sans aucun doute de distinguer, dans cet ensemble complexe et fortement disloqué de formations franchement détritiques, plusieurs assises chronologiquement distinctes. Dès 1873 (*Bull. Soc. Géol.*, 2^e série, t. II, p. 258), M. Vélain avait signalé la présence, dans les schistes argileux du Djebel Aurouse, entre Chrichtel et le cap de l'Aiguille, d'une série de fossiles (*ammonites*, *bélemnites* et *bivalves*), sans doute déformés et d'une détermination difficile, mais qui permettaient déjà de rattacher ces schistes à la série jurassique. Deux ans après, M. Bleicher a signalé que de pareils faits pouvaient s'observer, non plus à l'est d'Oran, mais à l'ouest, dans la région de Santa-Cruz et de Mers-el-Kebir ; la dernière trace de ces schistes ammonitifères s'observe ensuite sur le revers ouest du cap Falcon et les ammonites qui se présentent dans ces conditions sont des *Perisphinctes* appartenant à ce groupe bien particulier du *P. polygyratus* Rein., qui se tient spécialement dans les assises les plus élevées de l'Oxfordien des régions méditerranéennes.

M. Vélain signale dans l'île Rachgoün, la présence, dans les parties basses, de grandes nappes basaltiques qui forment le soubassement d'une néphélinite grisâtre, associée à des tufs riches en cristaux d'augite et d'hornblende noire (basaltine), où la présence de la sanidine en gros cristaux est à noter. De pareilles néphélinites s'observent sur la côte voisine, à l'ouest de la Tafna, directement superposées à des grès helvétiques à grands clypéastres ; en même temps apparaissent, dans la même région, des leucitites avec tufs remarquablement développés.

Séance du 24 Février 1890

PRÉSIDENCE DE M. MUNIER-CHALMAS, VICE-PRÉSIDENT

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président fait part du décès de M. le Dr PUEL.
Il annonce deux présentations.

M. DE LAPPARENT offre, en son nom, à la Société, un travail ayant pour titre : « La nature des mouvements de l'écorce terrestre. » Extrait de la Revue des questions scientifiques. Janvier 1890.

M. SCHLUMBERGER offre à la Société, au nom de l'auteur, le T. II de la Géologie agricole de M. EUG. RISLER.

M. Albert Gaudry dépose sur le bureau la lettre suivante de M. le Professeur Capellini :

Bologne, 29 Janvier 1890.

Monsieur et honoré Collègue,

Dans un mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Bologne, j'ai annoncé quelques découvertes qui peuvent fixer l'âge des argiles écailleuses de l'Emilie. Elles confirment l'idée qu'elles appartiennent au Crétacé, comme je l'avais démontré en 1884 dans mon Mémoire : « Il Cretaceo superiore e il Gruppo di Priabona delle « Apennino settentrionale e i loro rapporti col Grès de Celles e con gli strati a *Clavulina Szaboi*. »

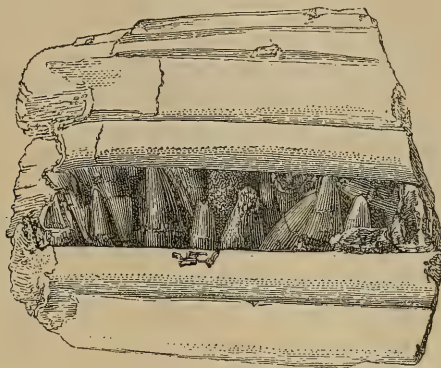
Sachant l'intérêt que la Société géologique de France porte à nos travaux en Italie, je crois pouvoir vous envoyer une notice sommaire sur ces découvertes.

Au mois d'avril 1889, le professeur Pantanelli, de l'Université de Modène, à la séance générale de la *Società geologica italiana* à Bologne, annonçait la découverte toute récente d'un fragment de rostre d'une nouvelle espèce de *Gavial* dans les argiles écailleuses de Gombola, dans la province de Modène.

La description du fossile publiée quelques mois après par M. Pantanelli, me fit soupçonner qu'il ne s'agissait pas d'un reptile de l'ordre des *Crocodylia*, mais plutôt d'un *Ichthyosaurien*.

Comme j'allais m'occuper des restes de *Tomistoma* du Miocène de la Sardaigne, je désirais être bien renseigné sur les autres trouvailles en Italie. Par la courtoisie de mon collègue, ayant reçu d'abord un moulage en plâtre, j'acquis la certitude que le prétendu *Gavialis mutinensis* était décidément l'*Ichthyosaurus campylodon* de la Craie inférieure ; le fragment original ayant été à ma disposition, j'ai pu me rendre compte d'une manière précise de ses caractères ; j'en donne ci-dessous la figure.

Fig. 1



Ichthyosaurus campylodon

Pendant que je travaillais à une notice sur le rostre d'ichthyosaure, une nouvelle découverte vint à l'appui de ce que M. de Mortillet avait soupçonné déjà en 1865, pour les argiles écailleuses du Bolonnais, d'après un inocérame et une ammonite donnée au musée de Bologne (voir sa note dans les *Atti della Soc. ital. di Storia naturale*, Milano, 1865).

Un tronc superbe de cycadée fossile du type *Bennettites* Carruthers (*Clathropodium* Saporta) a été découvert par le Comte J. Massei dans les argiles écailleuses près de sa campagne de Ozzano, pas bien loin de Castel dei Britti, où avait été faite, en 1754, une découverte analogue, à laquelle je viens aussi de donner sa juste interprétation. En effet, dans les *Commentarii de Bononiensi Scientiarum Instituto*, T. III, Joseph Monti, en 1755, publia un Mémoire avec le titre : « *De quadam balanorum congerie* » et il donna la figure et une excellente description d'un tronc magnifique de *Bennettites* qu'il jugea un morceau de roche tufacée incrustée par des *Balanes* d'une espèce nouvelle.

Jusqu'à présent, personne n'avait relevé l'erreur dans laquelle était tombé le naturaliste J. Monti, pas même l'abbé Ranzani qui, après

avoir reçu le mémoire de Buckland sur les cycadées fossiles, avait si bien décrit et figuré sous le nom de *Cycadoidea intermedia* le premier échantillon recueilli dans la vallée du Reno, près Bologne, sans s'apercevoir que le *Balanorum congeries*, de Monti, était aussi une cycadée fossile.

Depuis quelque temps, j'avais pris note de la faute à corriger ; la nouvelle découverte faite par le comte Massei m'a fourni une bonne occasion pour démontrer que la première cycadée fossile figurée a été recueillie dans les environs de Bologne.

Dans un travail spécial, je donnerai l'histoire des échantillons de la belle collection de ces fossiles qui se trouvent principalement dans les musées de Bologne, Imola, Reggio, et je ferai connaître aussi le bel échantillon qui avait été ramassé par les Etrusques et qui a été trouvé dans un tombeau à Marzabotto.

Nous avons donc à présent plusieurs données paléontologiques qui témoignent que les argiles écailleuses de l'Emilie sont, pour la plupart, des roches dont l'âge crétacé est incontestable. Les dents et les vertèbres de l'*Oxyrhina Mantelli*, les dents de *Ptychodus*, plusieurs espèces d'ammonites, surtout l'*Acanthoceras Mantelli* et maintenant l'*Ichthyosaurus campylodon*, et les nombreux troncs de cycadées nous autorisent à admettre qu'en grande partie ces argiles doivent être regardées comme cénomaniennes.

M. Albert Gaudry, en déposant sur le bureau un mémoire de M. de Zigno sur l'*Anthracotherium Monsvialense*, communique la lettre suivante :

Padoue, 19 février 1890.

Monsieur et honoré Confrère,

Je prends la liberté d'appeler votre attention sur le fait très irrégulier et anormal d'une quatrième molaire dans la mâchoire de mon *Anthracotherium Monsvialense*. Je vous transmets une note en réponse à une observation de M. Teller. Si vous croyez devoir la présenter à la Société Géologique et amener une discussion sur ce fait, je vous serais reconnaissant.

Veuillez agréer, etc.

Achille Baron DE ZIGNO.

M. Teller, dans son compte rendu de mon mémoire sur l'*Anthracotherium* de Monteviale, attribue le fait assez singulier de l'existence d'une quatrième molaire, à une erreur causée par le mode

de restauration de cet échantillon (1). Je puis assurer le contraire. La restauration a été bornée aux incisives. Le reste de la mâchoire n'a pas été touché. Elle est parfaitement intacte et telle qu'elle se trouve, solidement implantée dans le lignite.

La dernière prémolaire a la forme de toutes les dernières prémolaires d'*Anthracotherium*, c'est-à-dire que sa couronne est formée de deux tubercules, et correspond à la moitié de la couronne de la vraie molaire qui lui succède.

Les quatre vraies molaires sont régulièrement placées l'une après l'autre dans chaque branche de la mâchoire et leur diamètre s'accroît graduellement de la première à la dernière. On ne saurait donc comprendre comment on aurait pu en introduire une sans causer la rupture et un allongement artificiel de la mâchoire. L'observation que j'ai faite me paraît assez singulière, je la soumetts aux discussions des paléontologues.

Après avoir donné lecture de la note de M. de Zigno, M. Albert Gaudry présente les remarques suivantes :

Sur le fossile décrit par M. de Zigno sous le nom
d' « *Anthracotherium Monsvialense* »,

par M. Albert Gaudry.

D'après ce que vient de nous dire M. le baron de Zigno, je pense que l'échantillon sur lequel il a établi son *Anthracotherium Monsvialense* a ses molaires dans leur position naturelle et qu'il n'y a pas eu d'erreur causée par une restauration défectueuse. Mais je serais porté à interpréter cette pièce autrement que notre éminent confrère. Selon moi, il y a 6 incisives et non pas 4 ; les dents marquées comme canines sont les 3^{mes} incisives ; les dents marquées comme 1^{res} prémolaires représentent les canines ; les dents marquées comme 2^{mes} prémolaires sont les 1^{res} ; celles marquées comme 3^{mes} sont les 2^{mes} ; celles marquées comme 4^{mes} sont les 3^{mes} et celles marquées comme 1^{res} arrière-molaires occupent la place ordinaire des 4^{mes} prémolaires.

A en juger par la figure donnée par M. de Zigno, le museau de l'animal de Monte-Viale devait avoir un tout autre aspect que celui

(1) Verhandlungen der KK. Geol. Reichsanstalt, Wien 1889, page 265.

de l'*Anthracotherium magnum*, car il était très raccourci; les incisives, au lieu d'être écartées et d'être placées les unes derrière les autres comme dans les *Anthracotherium* ordinaires, les *Hyopotamus* et les cochons, étaient serrées à côté les unes des autres, formant un arc de cercle à peu près comme dans les chevaux et les tapirs. Ainsi que l'a fait remarquer M. de Zigno, les 1^{res} et 2^{mes} incisives n'étaient pas si obliques que dans les *Anthracotherium* ordinaires; elles étaient plus arrondies en avant; les 3^{mes} incisives étaient caniniformes. Les canines, qui sont ici brisées, n'étaient pas grandes, mais ceci peut provenir de ce que l'individu était une femelle. Il y avait trois prémolaires ayant la forme habituelle; seulement la 3^{me} avait pris l'aspect que la 4^{me} présente dans les *Anthracotherium* ordinaires, la 2^{me} avait également pris l'aspect que la 3^{me} présente habituellement. La 4^{me} prémolaire a l'apparence d'une arrière molaire, sauf que, selon la remarque de M. de Zigno, elle a 4 denticules au lieu de 5 et que les denticules se réunissent pour former la croix. Ainsi l'animal de Monte Viale serait un *Anthracotherium* où l'une des prémolaires serait devenue presque semblable aux arrière-molaires. Il aurait donc une tendance à être aux *Anthracotherium* ordinaires ce que les tapirs et les rhinocéros sont aux *Lophiodon*, ce que les *Palæotherium* sont aux *Paloplotherium*.

Ces inégalités dans la complication des prémolaires n'ont rien qui m'étonne. Comme je l'ai fait remarquer, il y a longtemps, dans mon mémoire sur le *Paloplotherium* de Coucy, on observe de curieuses gradations dans la complication des prémolaires des ongulés. Chez les plus anciens rhinocéridés, les prémolaires sont plus simples que dans ceux du Miocène moyen. Au contraire, M. Filhol a observé que chez les *Lophiodon* la 4^{me} prémolaire se complique quelquefois. Dans la figure qu'il a donnée du *Palæotherium curtum*, on constate que les 3^{me} et 4^{me} prémolaires s'étant compliquées, la 2^{me} a pris l'apparence de la 4^{me}, et dans la figure de son *Paloplotherium Javalii*, je vois que, la 4^{me} seulement s'étant compliquée, c'est la 3^{me} qui a pris l'aspect de la 4^{me}. Chez les ruminants, lorsqu'une prémolaire se complique, les autres se compliquent aussi; on observe quelque chose de semblable chez les suidés.

Il reste à savoir si la 4^{me} molaire de l'*Anthracotherium* adulte est une dent de remplacement; théoriquement il se pourrait qu'elle ne remplaçât pas une dent de lait, car le nombre des dents qui se remplacent varie suivant les genres de mammifères, et il y aura sans doute de curieuses recherches à faire sur ce sujet pour les animaux fossiles. Si la 4^{me} molaire n'était pas une dent de rempla-

cement, M. de Zigno aurait le droit de l'appeler première arrièremolaire; mais, en tout cas, je la crois à la place que la 4^{me} prémolaire occupe chez les suidés actuels.

Je présente ces observations avec toutes réserves, d'abord parce que je n'ai pas vu l'échantillon et que je peux en juger seulement par la figure qui a été donnée, en second lieu parce que, pour avoir une certitude, il faudrait savoir où fixer la ligne séparative du maxillaire et de l'intermaxillaire et que M. de Zigno ne peut donner de renseignements à cet égard; et enfin parce que notre savant confrère de Padoue, auquel j'ai communiqué mes doutes, persiste dans sa manière de voir, comme le montrent les extraits suivants d'une nouvelle lettre qu'il m'a adressée :

Extrait d'une seconde lettre de M. de Zigno au sujet de l'Anthracotherium Monsvialense : J'ai déclaré dans mon mémoire, que je ne pouvais attacher aucune importance au nombre restreint et à l'insertion anormale des incisives, attendu que, cette partie de la mâchoire étant la seule qui a été restaurée, il doit y avoir eu une erreur dans le placement des dents, que le collecteur a trouvées détachées et dont il m'a dit avoir mis quatre à leur place et avoir laissé vide un alvéole, n'ayant pas pu trouver la cinquième. On voit très bien que la mâchoire était brisée dans ce point et qu'il en manque la prolongation sur laquelle aurait pu prendre place non seulement 5, mais bien 6 incisives.

Quant aux deux dents que j'ai décrites comme canines, leur forme massive et conique à base circulaire, large de 18 millimètres dans son diamètre dans tous les sens, me paraît exclure la possibilité qu'elles puissent représenter les deux incisives latérales qui manquent.

La quatrième prémolaire a précisément la forme de toutes les dernières prémolaires d'*Anthracotherium*, c'est-à-dire que la couronne, au lieu d'être comprimée du dehors au dedans, comme le sont les autres, a la forme d'une moitié de couronne des vraies molaires et est formée seulement de deux collines. La première molaire qui lui succède a la couronne carrée et est composée de quatre collines.

M. Albert Gaudry présente un mémoire de M. de Zigno et communique en son nom la note suivante :

En présentant mon mémoire sur les Chéloniens cénozoïques de la Vénétie, je prends la liberté d'ajouter quelques mots sur les restes trouvés dans ces contrées.

Le Baron de Schaurotti, en 1865, fut le premier qui donna la

description et la figure d'une carapace et d'un plastron de *Trionyx* trouvé à Monteviale et qu'il appela *T. italicus*.

Depuis ce temps on a découvert parmi nous plusieurs autres restes de Chéloniens, non seulement à Monteviale, dans le Vicentin, mais aussi dans les lignites des couches supérieures de Monte Bolca et dans le terrain nummulitique de Monte Ruello, près Ronca, et de Aveno, dans le Véronais.

Les musées de Vérone, de Vicence et de Padoue possèdent de beaux exemplaires d'*Emys* et de *Trionyx* de ces localités.

Dans ma propre collection je conserve un bel échantillon de *Trionyx* de Monteviale, probablement le *T. italicus* de Schaurotti, avec la carapace intacte, autour de laquelle on voit poindre la tête, les quatre membres et la queue en place.

L'*Emys Capellinii* décrit dans mon mémoire appartient aussi à ma collection. Quoique en apparence cette espèce ressemble beaucoup à l'*Emys Conybeari* d'Owen, elle en diffère par la forme plus arrondie de la carapace, et surtout par celle de la première plaque vertébrale qui manque à la base de la petite plaque quadrilatère dont cette plaque est fournie dans l'*Emys Conybeari*, par les diverses proportions et par la forme tout à fait différente de la quatrième plaque vertébrale.

J'ajoute la description et les figures de deux fragments de la carapace d'un *Trionyx*, du terrain nummulitique de Monte Ruello, que je rapporte au *Trionyx marginatus* d'Owen, espèce dont la présence contribue à préciser l'horizon du dépôt de Monte Ruello, dans lequel j'ai trouvé de si nombreux restes de *Halitherium*, de *Crocodylus*, de *Palæophis* et deux tibias d'un grand oiseau palustre que j'ai communiqués au Dr Portis, qui les a décrits sous le nom de *Palæogrus princeps*.

Dernièrement le chevalier Nicolis de Verone découvrit à Aveno, dans le terrain nummulitique, un magnifique échantillon d'*Emys* parfaitement conservé, dont je donnerai la description et la figure dans un prochain mémoire qui fera suite à celui que je présente aujourd'hui.

M. ALBERT GAUDRY fait une communication sur le *Dryopithecus*; il résume un travail qui va paraître dans les Mémoires de Paléontologie.

M. le Dr Labat fait la communication suivante :

Les Dunes maritimes et les Sables littoraux,
par M. le Dr Labat.

La progression des sables sur le littoral et leurs envahissements successifs ayant vivement préoccupé les populations menacées, l'histoire des dunes maritimes a été bien étudiée depuis Cuvier et les traités classiques de géologie nous renseignent sur leur mode de formation, leur manière de cheminer, leurs ondulations, sur leurs pentes du côté de la mer et de la terre, sur leur constitution, sur les procédés employés pour les arrêter et les fixer, sur l'origine des matériaux apportés, etc.

Ces questions générales ayant été traitées dogmatiquement par nos maîtres, nous nous bornerons à rappeler les lois principales et à toucher quelques points spéciaux.

Les conditions favorables sont : l'existence de rivages plats et de plages largement découvertes à marée basse ; un sable fin, siliceux, dépourvu de matériaux adhésifs tels que les boues argileuses ou calcaires et de matières organiques pouvant alimenter la végétation ; vents violents et soufflant d'une grande mer libre ; hautes marées et vagues puissantes tendant à élever les matériaux détritiques à des niveaux supérieurs ; grandes provisions de sables fournis par les fleuves et la destruction des côtes, poussés par les vents dominants et les courants marins ; grands golfes et grandes baies emprisonnant les dits matériaux.

Les conditions contraires sont : plages à pente raide, sables grossiers ou vaseux, vents modérés, mers intérieures, marées faibles ou nulles, falaises élevées et stables, faibles cours d'eau, etc.

Les conditions favorables ou défavorables peuvent s'associer de façons diverses : une mer forte pourra jeter du sable sur des falaises de hauteur modérée, jamais sur des falaises élevées et abruptes ; en certains points les rivages ne font point obstacle par l'altitude, mais il n'y a que des galets siliceux ou granitiques ou de la vase argileuse ; dans d'autres régions les plages sont vastes et unies, les rivages ont peu de relief, mais les vents sont modérés, arrêtés dans leur élan ou trop variables, et les sables ne s'élèvent pas.

Fixation et origine des sables. — Deux grosses questions se

présentent dans l'histoire générale des dunes : l'une pratique, celle de la fixation des sables, l'autre théorique, celle de leur origine ; elles nous arrêteront quelques instants.

1° Les dunes sont mobiles de leur nature, les molécules de sable siliceux glissant les unes sur les autres à l'instar des liquides ; aussi le vent défait et refait chaque jour son ouvrage, modifie les pentes et les rides premières, poussant toujours plus haut et plus avant à mesure que la base élargie offre plus d'appui.

Ces monticules sont constitués par de petits fragments quartzeux fins, de plus en plus fins et purs à mesure que l'élévation augmente. Vers la base il y a un peu de calcaire souvent coquillier, un peu de limon et de matière organique ; ce sont les éléments qui permettent une maigre végétation marine (*Carex*, *Arundo*, *Salix*, euphorbes, genêts, herbes marines, etc.) Plus loin des tamaris et, sur les versants opposés aux vents, des conifères à l'ombre desquels croissent bruyères, fougères, arbousiers, etc. En général, dans les hautes dunes, les sommets restent pelés et infertiles.

Tels sont les moyens que la nature emploie pour consolider les nouveaux reliefs créés par la mer et les vents. Elle nous a tracé la voie si bien suivie par Brémontier et son école. Aujourd'hui on peut admirer sur toutes nos côtes un beau cordon de forêts de pins dont les racines pivotantes ont solidement fixé le sol. Nous reviendrons sur ce sujet à propos des dunes du littoral océanique français ; l'examen des sables nous fournira quelques données explicatives. L'art paraît avoir triomphé sur cette longue ligne.

2° La formation des sables littoraux a été étudiée par d'éminents géologues, parmi lesquels De la Bèche, Elie de Beaumont, Delesse (Lithologie des mers), Daubrée (Géologie expérimentale), etc.

Un examen rapide et des procédés simples permettent de reconnaître la constitution générale de ces sables : ils renferment du limon et de la matière organique ; des coquilles brisées ; des grains quartzeux hyalins ou colorés ; des grains feldspathiques de diverses nuances ; des grains calcaires blancs et opaques ; de petits fragments de roches volcaniques ; des lamelles micacées, des grains ferrugineux et manganésiens, des fragments de combustibles minéraux, etc.

La lévigation répétée enlève la vase, l'argile et, en grande partie, la matière organique que l'on reconnaît à sa réaction ammoniacale et qu'on peut brûler dans une capsule. L'acide chlorhydrique détruit les grains et fragments calcaires avec effervescence, décolore les grains quartzeux colorés le plus souvent par l'oxyde de fer ; il accentue, au contraire, la coloration des grains verts glauconieux et

des grains noirs de quartzite. Les grains des roches felspathiques et volcaniques fondent plus ou moins au chalumeau. Les grains de quartz se voient bien à la loupe avec leurs caractères classiques, sur un verre de montre; les grains colorés, sur un fond blanc, porcelaine ou papier. Les paillettes micacées se voient à l'œil nu. Les grains de fer oxydulé, quand il s'en trouve, sont attirables au barreau aimanté. Quand les grains ne sont pas trop menus, le triage se fait à la pince; enfin, on a recours au tamisage pour séparer les parties fines.

Par ces procédés sommaires, applicables en voyage, on acquiert une connaissance suffisante de la constitution des sables; ils fournissent en même temps quelques présomptions de leur origine.

Les sables marins ne peuvent venir que de la désagrégation des roches continentales, laquelle a existé à toutes les époques géologiques et a formé les sédiments; ils ne sont eux-mêmes qu'un sédiment actuel. Or, les sédiments se composent de sables, d'argiles et de calcaire; ce sont les éléments des dépôts littoraux.

Les roches granitiques et cristallines et les roches éruptives qui forment si souvent le sommet des montagnes se délitent et se fragmentent sous l'action incessante des agents atmosphériques; ainsi se préparent les matériaux de transport. Les produits volcaniques n'étant qu'un accident, ce sont les granites, les gneiss, les mica-schistes qui donnent les matériaux les plus abondants (quartz, feldspath, mica) lesquels se retrouvent dans les sables marins.

Le transport s'opère par les cours d'eau, torrents, ruisseaux et fleuves qui sillonnent les continents d'un vaste réseau ayant la forme d'un arbre dont les branches se ramifient vers la montagne et dont le tronc débouche au rivage. On voit, dans les Alpes et dans les Pyrénées, les gaves à pente rapide charrier le sable et le déposer par nappes blanches siliceuses sur les parties planes de leur trajet, en attendant qu'il soit repris dans les crues et poussé en avant. A la suite des pluies torrentielles ou de la fonte des neiges et des glaciers, les cours d'eaux, gonflés et débordés, acquièrent une force incalculable de transport et roulent des blocs énormes en même temps que du sable et des flots de boue; ces blocs fragmentés produisent, à leur tour, des galets et du sable, et le tout roule, de proche en proche, jusqu'à la mer.

La trituration des roches cristallines, que l'on a invoquée plus particulièrement, n'est pas la source unique des sables; ils sont empruntés aux assises sédimentaires de sables et de grès des anciennes périodes que les eaux courantes trouvent sur leur passage; des couches très puissantes de grès ont été enlevées et dénudées, laissant comme témoins de leur importance d'énormes

piliers isolés d'un effet si pittoresque à Adelsberg. Les sédiments argilo-sableux fournissent des matériaux abondants à cause de leur plus facile destruction.

La preuve de l'importance des apports fluviatiles se tire de la formation, aux embouchures, des barres et des deltas tels que ceux du Rhône et de l'Adriatique, sans parler des dépôts tendant à combler les lacs.

A côté du travail des eaux douces se place celui des eaux marines : l'eau de mer est en mouvement perpétuel sur les côtes à marée ; elle a une densité plus grande et elle agit par masses puissantes dont les vents multiplient la vitesse ; elle renferme plus d'acide carbonique, 10 0/0, suivant Morren (Annales de physique et de chimie, 1884) ; enfin elle dispose de projectiles puissants qu'elle a arrachés aux falaises et qui lui servent à continuer la démolition.

Les roches du rivage se désagrègent plus ou moins suivant leur nature. Certains granites et certains porphyres se laissent fortement entamer, comme au nord de l'Ecosse ; les falaises crétacées, minées de toutes parts, tombent par lambeaux énormes, semant leurs galets siliceux à leur pied ; les tables de grès tendre se mettent promptement en miettes et les couches argilo-sableuses roulent en bas à chaque instant. Ce sont toujours les mêmes matériaux, formés sur les lieux mêmes et dans le chantier de la démolition.

Les sables charriés par les fleuves et formés par les actions marines aux dépens des rivages, continuent de subir ces actions et arrivent au degré limité de trituration. Si les vagues étaient toujours lancées perpendiculairement à la côte, ils seraient simplement ballottés et tendraient à rester au lieu d'origine. Ils sont, au contraire, essentiellement migrants, parce que la résultante des vents est le plus souvent oblique et que, d'autre part, il existe des courants parallèles, d'où le mélange de ces masses sableuses et une certaine uniformité dans leur composition.

Essayons de nous rendre compte de la constitution des sables littoraux, dont nous avons indiqué les principaux éléments. Le quartz domine ; c'est un corps très répandu dans toutes les roches, jusque dans la terre végétale, de plus il est dur et résistant au plus haut degré aux actions chimiques et mécaniques. Daubrée a démontré, par ses expériences sur le morcellement du granite, qu'il se fragmentait, à la manière des sables quartzeux, en grains de quelques dixièmes de millimètre, que le silex résistait moins à l'usure, mieux toutefois que le feldspath. Le feldspath tend à se réduire en limon, prenant l'aspect de certaines argiles schisteuses, ce qui explique

pourquoi les grains feldspathiques sont rares au pied des rochers granitiques désagrégés. Le feldspath est moins dur et plus clivable; l'orthose est une variété plus résistante.

Les calcaires, à part quelques-uns, se laissent facilement altérer par les principes acides et réduire en poudre par le ballonnement, ce qui fait que, sur certaines côtes crétacées, on ne trouve pas de calcaire. Les coquilles résistent mieux.

Les feldspaths et les calcaires réduits en boue restent longtemps suspendus dans les véhicules aqueux et vont avec les argiles se déposer au loin dans la mer. Les flots opèrent une lévigation constante qui nettoie les sables littoraux. Il suit de là que ces sables ne conservent presque autre chose que les parties dures et principalement siliceuses, condition favorable à la formation des dunes.

Dunes régionales. — Ces principes posés, nous allons étudier les dunes maritimes de régions diverses; ce sera l'application ou plutôt la vérification de ces données générales.

Nous commencerons par les côtes de France qui en offrent, peut-être, les spécimens les plus complets.

Une longue bande de ces collines arénacées s'étend de l'Adour à la Gironde, revêtue d'une forêt de pins qui protègent la contrée de Dax et contribuent à en adoucir le climat.

Les monticules sableux d'Arcachon méritent de nous arrêter un moment, à cause de leur masse, de leur hauteur et de la belle végétation qui les couvre. La chaîne principale court du N. au S.; où elle atteint son plus haut point, j'ai trouvé 89 mètres; la chaîne secondaire de l'O. à l'E., reliée à la précédente, ne m'a donné que 30 à 40 mètres. On voit très bien la disposition de ces collines de l'île des Oiseaux et les sommets sont d'un blanc éblouissant aux rayons du soleil; les pentes y sont très raides, jusqu'à 45°.

Ici les sables ne reposent point, comme ailleurs, sur d'autres couches littorales; ils constituent le sol de la ville basse, lequel s'élève à peine au dessus du bassin et, dans les sondages artésiens, on a traversé 12 mètres avant de trouver le sable des Landes, qui a lui-même 48 mètres. Les puits artésiens avaient pour but de fournir la ville d'eau potable; ils ont été insuffisants et il a fallu s'approvisionner au grand étang de Cazeaux. Les puits filtrés des sables donnaient très peu d'eau et leur régime variait avec les saisons. La quantité annuelle de pluie s'élève cependant de 80 cent. à 1 mètre. On sait combien peu il faut compter sur les nappes aqueuses des sables pour une alimentation régulière.

La végétation des sables est la plus belle que j'aie vue sur nos

côtes. Je ne parle pas seulement de la ville d'hiver, où l'art est intervenu avec des transports de terre végétale; l'ancienne forêt d'Arcachon, que l'on traverse en allant au Moulleau, présente de très beaux types de pins maritimes, de chênes (*Quercus robur*, *ilex*, *suber*), des ajoncs, des bruyères, des fougères, des ronces, des genêts, des houx, des arbousiers, etc. Les arbres sont encore plus gros vers la pointe du Sud.

La région qui nous occupe a été conquise sur la mer, et les barrages, arrêtant les cours d'eau, y ont formé de nombreux étangs.

Les conditions étaient favorables à la formation et à la progression des dunes: embouchure d'un grand fleuve, terrains sableux des régions voisines, matériaux siliceux et ténus; côtes basses, grande mer libre, vents de la demi-circonférence O., violents et dominants.

Le sable est fin, d'un blanc gris ou jaunâtre, très quartzeux, peu calcaire, semé de grains noirs de lydienne; un peu micacé, avec quelques particules de fer oxydé. D'après l'analyse de Baudrimont il contient près de 98 % de parties siliceuses, un peu d'acide phosphorique, un peu de fer oxydé, quelques alcalis et de la matière organique, le tout complétant les 2 %.

Au nord du bassin d'Arcachon se prolonge un cordon de sables mobiles que j'ai bien observés au petit bain de la Melie. On arrive ainsi à la pointe de Grave et au bain de Soulac. En cet endroit, la côte subit un travail incessant de démolition et de reconstitution par les sables. On lutte avec peu de succès par des endiguements à la pointe du Verdon, et Soulac a vu ensevelir son église et ses chalets. Il y a néanmoins une belle forêt de pins avec des fougères et des genêts; j'ai trouvé la pente des dunes, du côté de la terre, de 35°. La plage, à marée basse, se découvrait de 175 mètres. En face d'un chalet construit depuis 20 ans la mer avait gagné 45 mètres.

Le sable de Soulac ressemble à celui des Landes: coloration blanc jaunâtre, quelques paillettes de mica; grains quartzeux hyalins très dominants, grains jaunes ou d'un jaune rougeâtre, décolorés par l'acide chlorydrique, grains noirs de lydienne, grains opaques rares, effervescents; très peu de limon et de matière organique.

Sur la rive droite du fleuve, de Talmont à Saint-Palais, les falaises crétacées sont remarquables par l'abondance des fossiles; elles ne sont pas assez hautes pour arrêter les dépôts sableux. Les dunes de Saint Georges n'ont que 8 à 10 mètres; la forêt de pins est tapissée de bruyères, de genêts, de lys jaunes, d'œilletons odorants. A Royan, le sable est vaseux et riche en matière organique; il est au contraire à peine limoneux sur la plage de Pontailiac, du reste très analogue à celui de Soulac. Les dunes sont couvertes d'un beau bois de pins

derrière l'hôtel et, un peu plus haut, une grande allée de chênes verts. Plus loin, à Saint-Palais, qui a souffert, comme Soulac, de l'envahissement, les monticules s'élèvent jusqu'à 40 mètres; j'ai rencontré les mêmes essences de pins et de chênes verts.

Toute cette partie de la côte offre des anses dites *conches*, où s'assemblent des galets calcaires, et des sables grossiers à grains opaques. J'ai trouvé tous ces sables notablement plus calcaires que les précédents et, quand les fragments de coquilles étaient trop menus pour les reconnaître, la réaction du molybdate d'ammoniaque me donnait un précipité jaune en rapport avec la proportion d'acide phosphorique.

Après Saint-Palais et la conche du Platin, la côte change d'aspect et porte le nom de grande côte, depuis Terre-Nègre jusqu'à la pointe de la Coubre. C'est une immense plage de sable, largement découverte à marée basse, orientée vers le S.-O., sans aucun abri contre les vents violents de l'Atlantique. Elle est bordée par une longue ligne de sable blanc dont la réverbération est insupportable au soleil. En arrière s'étendent de petites plaines sablonneuses appelées *lettés*, où la chaleur concentrée m'a paru très pénible. Les premiers végétaux apparents sont des carex, des chardons marins, des euphorbes, des immortelles, plus loin de maigres tamaris. Vient ensuite une seconde ligne de dunes, puis les pins rabougris, enfin la forêt de l'Etat, qui a pu croître derrière les arrêts formés par des palissades. Les arbres sont plus éloignés de la mer que ceux de Saint-George, de Royan, de Saint-Palais, cela s'explique par les conditions de cette côte, exposées tout à l'heure.

Le sable reprend les caractères de celui de la pointe de Grave: il est très ténu, d'un blanc jaunâtre plus clair, teinté de points noirs et un peu micacé; les grains blanc opaque assez rares, d'où l'effervescence faible; une réaction ammoniacale très faible au papier de tournesol rougi; il devient de plus en plus ténu et moins calcaire à proportion qu'on s'élève vers la crête.

Les dunes d'Arvert font suite à celles de la grande côte, de la pointe de la Coubre à La Tremblade; elles se voient de loin sous forme de monticules coniques très pittoresques; elles atteignent 70 mètres; leur largeur exceptionnelle va jusqu'à 8 ou 10 kilom.

En résumé, les sables du nord de la Gironde ne diffèrent pas sensiblement de ceux du sud ou des Landes. La distinction n'est tranchée que pour ceux de la rive droite, plus limoneux et plus calcaires. Ils ne rappellent nettement la constitution des falaises que dans certaines conches, comme celle du Platin. La matière orga-

nique n'y fait jamais complètement défaut ; il y en a dans l'eau de mer et, d'autre part, les poulpes abondent sur ces rivages.

On rencontre encore des dunes sur les plages de la Saintonge et en face, dans les îles, beaucoup moins hautes, toujours composées de sable fin et quartzeux. Les conditions ont changé : les plages de La Tremblade et de Fouras se découvrent de 5 à 600 mètres, à marée basse, ce qui favorise l'action des vents ; mais nous n'avons plus une mer libre. Les îles de Ré et d'Oleron serrent de près le continent ; la Charente et la Sendre y apportent des amas de vase, d'un gris verdâtre, qui provient des argiles et des marnes jurassiques, terrain dont le sondage de Rochefort a montré la puissance dans ces régions ; les sables sont vaseux, coquilliers, imprégnés de matière organique odorante. Les rochers de Fouras sont démolis par la mer ; j'y ai relevé une couche calcaire blanchâtre, une couche argilo-sableuse et une couche d'argile noire. Le sable de la plage est grossier, avec fragments calcaires et coquilliers effervescents ; néanmoins, les grains quartzeux dominant et, parmi les grains noirs, quelques-uns ont une structure schisteuse. Le triage s'est opéré de façon que les parties fines et quartzeuses ont été portées sur les points élevés.

Aux Sables-d'Olonne, la grande mer est redevenue libre. Les dunes, allant de l'E. à l'O., parce que la plage regarde le S., se présentent sous la forme de monticules tapissés d'herbes aromatiques, de 10 à 30 mètres de hauteur. Le village de la Chaume est ensablé et les habitants ont entouré leurs jardins de digues de sable fixées par des tamaris.

La plage est une des plus belles de France ; elle n'a que 2 centim. de pente et se découvre de 225 mètres à marée basse ordinaire. Le sable est fin, un peu micacé, très siliceux, avec grains de lydienne noire, de hornblende et quelques grains calcaires coquilliers effervescents ; en outre, quelques débris des micaschistes de la côte. Outre les micaschistes, j'ai rencontré des calcaires à polypiers, dont le sable paraît tirer quelques éléments de la côte.

Les conditions sont favorables aux dunes, sans l'être au même degré que sur la côte d'Arvert. Les sables ne sont pas très différents. Les dunes continuent en allant vers le N. et l'on arrive ainsi à l'embouchure de la Loire, dont le régime variable produit des masses de matériaux sableux ; on y trouve des grains de péridot provenant des régions volcaniques.

Nous venons de parcourir la partie la plus intéressante de nos côtes, au point de vue qui nous occupe. Le phénomène des grands dépôts littoraux y est favorisé par l'Océan libre, par les vents d'O.

régnants, par les plages unies et découvertes, par le relief modéré des bords de la mer, par les apports des rivières, telles que l'Adour, la Garonne, la Dordogne, la Loire, prenant leur source dans les montagnes granitiques et traversant des régions sableuses; par la démolition des côtes à sédiments arenacés, etc.

On n'est pas d'accord sur l'origine de ces sables océaniques; suivant Brémontier, les embouchures des cours d'eau ne suffiraient pas à l'approvisionnement des dunes; l'Adour et la Gironde, qui apportent des limons et du calcaire, ne sauraient alimenter les masses énormes des Landes. Reclus et autres invoquent la présence des sables pliocènes de cette contrée.

Les arguments de Brémontier ont leur valeur, elle n'est pas absolue; les limons dont il parle sont emportés au loin et les sables siliceux restent, qu'ils viennent de la montagne ou de la plaine. Voici, à mon sens, comment s'expliquent les choses : la côte O., décrit une courbe à partir de la Gironde et tend à regarder le S. O.; les vents dont la résultante est N.-O., frappent le rivage de plus en plus obliquement de façon à refouler les eaux vers le S. et dans le fond du golfe de Gascogne; ces vents exercent leur action depuis l'embouchure de la Loire, plus haut ils sont un peu arrêtés par la saillie de la Bretagne. D'autre part, le courant de Rennel, voisin du littoral, pousse et entraîne les matériaux dans le même sens. Enfin la côte espagnole, qui s'étend vers l'O., en se relevant au N., abrite le golfe des vents du S.-O. De là résulte l'accumulation des matériaux mobiles vers la partie profonde du golfe de Gascogne; de là résulte la création des dunes les plus puissantes et les plus hautes; de là enfin le mélange des sables et l'uniformité de leur apparence et de leur composition. Les principes généraux que nous avons posés, se trouvent ainsi confirmés.

Nous ne saurions donner les mêmes développements aux autres dunes sans excéder les limites raisonnables de ce travail. Si nous nous sommes étendus sur celles de la côte O., c'est qu'elles nous ont paru le meilleur modèle pour l'étude de ces formations actuelles. En poursuivant nous nous contenterons de rappeler les traits principaux et de mentionner, de préférence, ce que nous avons observé nous-mêmes.

En Bretagne, les dunes sont très calcaires par l'abondance des fragments coquilliers; le sable peut venir des roches granitiques qui fournissent aussi des galets granitiques et feldspathiques. A Saint-Pol-de-Léon on a enrayé la marche menaçante des dunes. Au mont Saint-Michel la plage est plus découverte que partout ailleurs, mais la tange empêche le sable de s'amonceler.

Les côtes crayeuses de Normandie présentent surtout des accumulations de galets presque toujours mêlés de sables; la hauteur des falaises est d'ailleurs contraire à la formation des dunes. A partir de l'embouchure de la Somme, on voit les monticules s'aligner jusqu'à Berk, où le sable fin et mobile, dépourvu de toute végétation, tend à ensevelir les chalets et le grand hôpital; ils se continuent vers Boulogne et Dunkerque. Les couches arénacées du Boulonnais ont été bien décrites par Hébert et Pellat.

Nos côtes du N. sont donc moins riches en dépôts sableux; cependant ils sont encore favorisés par les vents d'O. et du S.-O. et les hautes marées, par le débouché de grandes rivières, la Seine, a Somme; par des courants poussant vers le Pas-de-Calais.

Une série de dunes continue celles du Boulonnais et du Pas-de-Calais, s'étendant sur les côtes de la mer du Nord, en Belgique à Ostende, en Hollande à Schweningue, en Allemagne à Dangast, jusqu'à la côte de Sleswig, si désolée par ce fléau. Les monticules de Schweningue s'élèvent jusqu'à 20 mètres; les plantations n'ont pas réussi et il n'y pousse que des herbes marines. A Dangast, à l'embouchure du Weser, j'ai trouvé le sable limoneux.

Le Rhin apporte des sables granitiques souvent très menus que Daubrée a estimés à $1/20$ de mm.; le Weser, l'Elbe traversent des terrains sableux. Les vents de la mer du Nord sont violents et les courants énergiques. Les vents du N.-O. dominants produisent des refoulements vers la côte du Danemark. Avant les essais de Brémontier des tentatives coûteuses avaient été faites sans succès pour fixer les dunes en Hollande et en Danemark.

L'Angleterre, baignée par deux mers ouvertes et agitées, Atlantique et mer du Nord, exposée à tous les vents, entourée de courants marins, assise sur un littoral sous-marin sablonneux, d'un développement en rapport avec l'étendue de ses côtes, ayant d'immenses plages unies et découvertes, arrosée par des cours d'eau importants, bien qu'ils n'aient pas un long parcours, l'Angleterre, dis-je, paraît offrir toutes les circonstances opportunes à l'existence des dunes. Le relief de ses rivages ne s'y prête pas toujours.

En premier lieu nous remarquerons que la côte sud, analogue à notre côte nord présente les mêmes dépôts littoraux. Le pays de Cornwall, géologiquement semblable à la Bretagne, possède aussi des sables riches en débris coquilliers calcaires. Les plus belles dunes du S. sont dans la baie de Bournemouth, où elles atteignent 15-45 mètres; les plantations de pins qui les couvrent sont dues à la reconnaissance d'un malade. Elles proviennent des sables éocènes. D'autre part, les argiles éocènes ont déposé de la vase entre le

continent et l'île de Wight. Dans la partie S., à Ventnor, la couche de l'*Upper greensand* est un foyer de sable avec 50 mètres de puissance, mais les falaises, s'élevant à près de 300 mètres, lui barrent le passage. A Hastings, les grès wealdiens, en partie cachés à marée haute, alimentent les collines sableuses de St-Léonard. Le sable fin, quartzeux, est blanc-jaunâtre et gris par les grains noirs. Je l'ai trouvé très ferrugineux et manganésien ; il se décolore par l'acide chlorhydrique bouillant. Viennent plus loin les plages de galets de Folkestone, Douvres, etc. Là se dressent les falaises crétacées en face des nôtres et, bien que les plages ne soient pas dépourvues de sable, il est arrêté par ces hautes barrières.

Sur la côte anglaise, comme sur celle de France, les galets et les sables semblent cheminer vers le détroit sous l'impulsion des vents d'O. Là s'opère la rencontre avec le courant de la mer du Nord, ce qui, joint à la saillie de la côte française, peut expliquer l'accumulation des sables en ce point.

En tournant vers la mer du Nord, nous trouvons encore les falaises crétacées de Ramsgate et de Margate, puis l'embouchure de la Tamise avec ses vases et ses sables tertiaires ; plus loin, les côtes de Suffolk et de Norfolk, où se montrent les grès tendres en couches horizontales et sur lesquelles les dunes apparaissent d'une hauteur de 15-20 mètres et d'une étendue de plusieurs milles.

La côte d'York mérite de nous arrêter par ses immenses plages de sable fin et par ses dégradations intéressantes. A la plage de Bridlington succèdent les falaises crétacées de Flamborough's head, en voie de destruction, au pied desquelles sont ballottés d'énormes galets ; le sable est grossier et très calcaire. Filey, Scarborough, Whitby se succèdent avec leurs falaises jurassiques. J'ai vu des blocs de grès très beaux à Oliver's mount, près Scarborough, et à Filey ; il y en a également à Whitby, en même temps que du sable argileux qui roule incessamment vers la mer. A Sattburn, falaises liasiques également élevées et laissant crouler des terres argilo-sableuses.

Les dunes apparaissent à Redcar : la côte s'abaisse près de l'embouchure de la Tee ; la plage est immense, très découverte à marée basse, le sable très fin et très mobile ; jusqu'ici la hauteur des falaises l'avait arrêté.

Les terrains jurassiques et liasiques de la côte de Yorkshire ont été bien décrits par Phillips ; les fossiles très abondants ont été recueillis dans les musées de Whitby et de Scarborough où j'ai pu voir les sauriens de l'*upper lias* ; le point qui nous intéresse est relatif à l'abondance des sables et des argiles sableuses et à la com-

position de ces sables. Examinés sur place et dans les échantillons rapportés ils m'ont démontré qu'ils dépendaient en partie des falaises: celui de Bridlington est plus calcaire à cause des affleurements crétacés; celui de Whitby est limoneux au voisinage des argiles de l'Oolithe inférieure; celui de Scarborough plus pur en rapport avec les grès oolithiques.

Ces sables sont avant tout quartzeux, peu micacés, colorés en gris par le mélange de grains noirs, lesquels sont de nature calcaire puisque l'acide chlorhydrique les dissout avec effervescence. Assez souvent j'ai trouvé des grains noirs plus volumineux, brûlant comme du charbon, qui sont des fragments de lignite; ces grains noirs sont donc autres que ceux de lydienne. Les sables de Saltburn et de Redcar sont d'une nuance plus claire, plus fins et plus quartzeux.

Il y a dans ces parages une source abondante de matériaux argileux et arénacés, qui, lavés et ballottés par une mer agitée et peu profonde, conservent leurs parties siliceuses et ne peuvent se déposer sur les falaises trop élevées. Ils s'accumulent au pied et sont poussés par les vents et le courant littoral vers le S., où ils rencontrent la prééminence des comtés de Norfolk et de Suffolk; là ils peuvent s'amonceler, comme nous l'avons vu.

En Ecosse, les golfes du Forth, de la Clyde et de Murray, sont pleins de vase argileuse. Le sable de Porto bello, près d'Edimbourg, reçoit le limon du Forth; beaucoup moins à Nairn, voisin du golfe de Murray. Nairn est la plus belle plage de l'Ecosse; au-dessous du sable fin, est une rangée de galets apportés par la haute mer; puis les dunes peu élevées, tapissées d'ajoncs, de gazons marins, de genêts, de graminées, de liserons bleus, de marguerites, etc. Le sable est d'un blanc gris rosé, un peu micacé, quartzeux, non effervescent; il peut provenir des grès dévoniens que j'ai trouvés très abondants aux carrières voisines, de ceux roulés par la rivière Nairn, qui apporte en même temps des fragments de granite et de gneiss des Grampians; il peut arriver de plus loin des roches dévoniennes des Orkneys et des roches cristallines des Shetlands. Le courant du N. O. les y pousse.

Si nous passons à la côte O. des Iles Britanniques, nous rencontrons les dunes de Cornwall, moins élevées qu'on ne l'a dit, cependant les plus hautes. J'ai vu dans le pays de Galles de belles plages de sable, Landudno au N. et Tenby au S. Les dunes de Barmouth, à l'O., revêtues d'une végétation naturelle, sont les seules à mentionner.

Les plages ne manquent point en Irlande, tantôt à sable fin comme Tramore, près Waterford, tantôt à galets comme Bray, environs de

Dublin, Bangor, près Belfast. J'ai vu des dunes de moyenne hauteur au-dessus de Port Rush, bain de mer voisin du *Giants' causeway*. Les rivages d'Irlande sont en général escarpés; je citerai les rochers siluriens et cambriens des montagnes de Wicklow; les escarpements du calcaire carbonifère de l'O., qui rendent si sauvages les baies de Donegal, de Galway, de Dingle. J'ai vu du sable sur les plages de Bundoran, de Killrush et de Kilkee. Evidemment il se formerait des monts de sable dans cette région si exposée aux vents, n'était la hauteur des rochers.

La côte d'Espagne que baigne l'Atlantique a été peu étudiée au point de vue dont il s'agit. Les plages de Saint-Sébastien, de Portugalète, de las Arenas ne me paraissent rien laisser à désirer pour la beauté du sable. Les petites collines sableuses que l'on y trouve ressemblent à celles de Saint-Jean de Luz et de Biarritz, non comparables à celles des Landes. Je ne parlerai pas de la côte occidentale de la péninsule Ibérique ne l'ayant point visitée.

Il nous reste à dire un mot des apports littoraux de deux mers intérieures, la Méditerranée et la Baltique.

Notre littoral méditerranéen est longé par des dunes peu développées; la ligne est continue dans l'Hérault sur une longueur d'une centaine de kilomètres. Quand j'ai visité Palavas, les dunes de 7 à 8 mètres étaient couvertes de joncs marins; à Cette, il n'y avait que des talus. Les sables de ces deux plages sont fins, gris, quartzeux, sans limon, notablement effervescents. Celui de Cette paraît contenir $\frac{1}{3}$ de calcaire. Beaucoup de calcaire encore dans les sables du Roucasblanc, près Marseille, et à Nice; dans ces dernières localités abondent les galets dérivés des rochers calcaires. A Hyères, Delesse signale le fer oxydulé, le péridot à l'embouchure du Rhône, le feldspath aux Pyrénées orientales et à l'Esterel. Tous ces faits établissent les rapports entre les dépôts sableux et les rivages, rapports plus déterminés dans la Méditerranée que dans l'Océan. De même sur les côtes de Ligurie où abondent les petits cailloux cristallins et serpentineux. Je suis obligé de me restreindre et d'écourter mon sujet.

Les dépôts littoraux n'offrent rien d'intéressant à l'est de l'Espagne. J'ai vu de belles plages de sable à Cadix, à Barcelone; des plages vaseuses à Alicante, à Valence, etc. A Barcelone, à la suite de grosses pluies, j'ai été témoin des apports limoneux des rivières torrentielles voisines rendant le littoral vaseux et troublant au loin la mer; puis tout est rentré dans l'ordre, les limons étant lavés et entraînés.

La Méditerranée, vers nos côtes et sur les côtes voisines d'Italie

et d'Espagne, reçoit plutôt les vents de terre, les marées y sont insensibles et une partie du rivage ne se prête pas à l'accumulation. Les conditions sont différentes sur la côte d'Afrique où les dunes acquièrent une grande puissance. Les plus élevées que l'on connaisse paraissent exister au-dessous du Maroc et aux îles du Cap-Vert, où elles atteindraient 200 mètres.

Dans la Baltique, les dunes se rencontrent au S. : à Kiel, le sable est un peu limoneux, et elles sont couvertes de végétation ; peu développées à Travemünde près Lubeck ; à Danzig elles atteignent 20 mètres ; en Courlande, elles ont envahi le pays. Je n'ai rien vu dans les bords de mer des environs de Copenhague, Charlottenlund, Marienlyst, où la culture s'étend jusqu'à la mer ; rien à Dalaro et Waxholm, environs de Stockolm.

Il n'est point surprenant que les sables aillent vers le S. ; les vents et les courants les y poussent dans une mer peu profonde. Cette mer intérieure reçoit de grands fleuves qui charrient des sables de l'Allemagne, de la Russie et de la Scandinavie.

Nous ferons observer que la côte O. de la Scandinavie possède quelques plages de sable comme Lysekil et Marstrand ; mais elle est constituée par des roches de gneiss très dur.

Je sais peu de chose de l'Amérique. Dana nous apprend qu'il existe sur les côtes de Long Island et de New Jersey, une série de *Sand hills* d'une centaine de milles en longueur, hautes de quelques mètres et gazonnées. Là se trouve le courant polaire du Labrador, longeant la côte en sens contraire du Gulf Stream.

Nous terminons ce travail par un dernier mot sur l'apport des fleuves. Les sables du bassin parisien nous serviront d'exemple ; on sait combien il est riche en matériaux de cette nature.

Si l'on jette un coup d'œil sur la carte géologique des environs de Paris, leur abondance attire l'attention ; en premier lieu, les sables mêlés aux cailloux du diluvium ; secondement, les sables pliocènes de Saint-Prest ; troisièmement, les sables miocènes de Fontainebleau ; quatrièmement, les sables éocènes de Beauchamp et du Soissonnais.

Les sables de Saint-Prest sont bornés à une localité ; puissance d'une quinzaine de mètres ; quartz hyalin et feldspath.

Les sables de Fontainebleau, dits supérieurs, ont une grande étendue, surtout au S.-O. ; presque partout ils ont laissé des monticules, qui témoignent de leur ancienne puissance. On en recueille de très fins et très blancs à la Ferté-Alais ; près d'Etampes, très quartzeux également, micacés, parfois siliceux et calcaires ; dans les carrières de Jeanville, et à Orsay, ferrugineux et manganésiens.

Les sables de Beauchamp dits moyens, n'ont pas le développement des précédents. Leurs divers niveaux ont 15-30 mètres de puissance. La contrée de Morfontaine et d'Ermenonville en offre plusieurs types : sur les hauteurs, blancs et quartzeux purs ; à La Chapelle en Serval, blanc jaunâtre, vert ocreux et noircis par la matière organique ; se décolorant par la chaleur, en quelques points, manganésiens.

Les sables dits inférieurs du Soissonnais, de Bracheux, de Rilly, de Cuise, s'étendent beaucoup au N. du bassin. A Rilly, à Montereau ils ont 6-8 mètres d'épaisseur. A Rilly, quartzeux, purs, ils deviennent glauconieux à Chaumont, Mantes ; glauconieux également au mont Gannelon, près Compiègne, à Cuise, etc.

Il est donc prouvé que le bassin parisien fournit, par ses sables et grès, une provision abondante aux affluents de la Seine et à elle-même. D'autre part, l'examen de ces matériaux pris sur place m'a démontré qu'il existait les rapports les plus étroits entre eux et ceux des rives maritimes.

Séance du 3 Mars 1890

PRÉSIDENCE DE M. MUNIER-CHALMAS, VICE-PRÉSIDENT

M. Thiéry, Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame Membres de la Société :

La BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE DE CLERMONT-FERRAND, présentée par MM. Boule et Bergeron.

M. GOURBINE, demeurant à Paris, 17, rue de l'Université, présenté par MM. Douvillé et Zeiller.

M. Munier-Chalmas offre à la société, au nom de **M. Lory** fils, une « *Notice sur les travaux scientifiques de M. Charles Lory.* »

M. Albert Gaudry annonce que le Muséum a acquis une partie de la collection de feu M. Aymard, du Puy. Parmi les pièces remarquables qui proviennent de cette collection, M. Gaudry cite, dans l'horizon du gypse, le *Palæotherium subgracile*. Au-dessus, l'horizon de Ronzon est représenté par des fossiles rares : une mâchoire supérieure et une mâchoire inférieure d'*Entelodon*, une tête très

complète d'*Hypotamias* (*Boihriodon*) et de nombreuses mâchoires d'individus jeunes et d'individus adultes du même genre. M. Albert Gaudry cite encore le *Paloplotherium*, le *Cainotherium*, le *Gelocus* dont les pièces sont nombreuses; il y a aussi dans cette collection beaucoup de mâchoires de didelphes (*Peratherium*), de rongeurs, de carnassiers, notamment deux mâchoires inférieures d'*Hyanodon leptorhynchus*, d'une conservation remarquable. — Pour le Pliocène, il faut mentionner une très belle série de Vialette, avec Tapir, Rhinocéros, Cerf, *Mastodon Borsoni* et une série de Soliac caractérisée par des formes un peu plus jeunes. Cette collection, fruit de bien des années de recherches de l'habile et consciencieux géologue Aymard, permettra de mieux apprécier les importantes études que M. Marcellin Boule fait en ce moment sur l'histoire paléontologique du plateau central de la France.

Séance du 17 Mars 1890

PRÉSIDENCE DE M. MUNIER-CHALMAS, VICE-PRÉSIDENT

M. Thiéry, Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président annonce une présentation.

M. de Lapparent fait part à la Société du décès de M. CHARPENTIER DE COSSIGNY.

Le Président annonce qu'il a reçu de M. le Ministre de l'Instruction publique une lettre relative au 28^e Congrès des Sociétés savantes. Le Conseil aura à nommer un délégué, s'il pense qu'il y a lieu de le faire.

M. Douvillé fait la communication suivante :

**Sur la classification des Cératites de la Craie,
par M. H. Douvillé.**

I. — DE LA CLASSIFICATION GÉNÉRALE DES AMMONITES

La classification générale des Ammonites reste encore bien incertaine malgré les nombreux travaux dont elle a été l'objet dans ces dernières années. C'est peut-être qu'on ne se rend pas un compte suffisamment net du but à atteindre. Sans doute on sait, depuis longtemps, qu'une bonne classification naturelle doit mettre en évidence les affinités réelles des êtres ; d'après Agassiz, elle doit « reproduire l'arrangement systématique de la nature (*De l'espèce*, p. 10) », « le plan dont les fondements furent jetés à l'origine des choses (ibid., p. 8) », « elle ne fait que traduire dans la langue de l'homme les pensées du Créateur (ibid., p. 9). » Ces indications qui paraissent bien vagues par leur généralité même, prennent au contraire un sens net et précis dès l'instant où on admet la théorie de la descendance : cet arrangement systématique, ce plan de la création, qu'est-ce autre chose en effet que la filiation des êtres ? Voilà le but et l'objet de toute vraie classification ; sans doute il est difficile à atteindre, quelques-uns diront même impossible, mais n'est-ce pas déjà beaucoup que de pouvoir nettement définir le point vers lequel doivent tendre nos recherches et nos efforts.

Dès l'instant où la classification devient un arbre généalogique, les divisions qu'elle emploie, les classes, les ordres, les familles, les genres et les espèces devront en représenter les branches et les rameaux de divers ordres. Sans doute ces divers termes perdent ainsi leur valeur absolue et n'ont plus qu'une signification relative : les classes seront des troncs jumeaux, les ordres, les maîtresses branches, les familles et les genres, des rameaux de 1^{er} et de 2^e ordre ; mais si l'arbre est trop touffu par places, ces divisions seront insuffisantes et il faudra intercaler des sous-ordres, des tribus, peut-être même des sous-genres. Mais tout cela est purement artificiel, ce découpage de l'arbre en morceaux est seulement rendu nécessaire par notre impuissance à en embrasser l'ensemble ; de loin, nous ne voyons que les grandes masses ; si nous voulons en examiner les détails, nous devons nous rapprocher et alors notre horizon se rétrécira à mesure ; nous couperons des branches de plus en plus petites et nous multiplierons les subdivisions ; c'est là presque une affaire d'appréciation personnelle : telle branche qui, pour un presbyte, sera de grandeur moyenne et pourra correspondre à un

genre, paraîtra énorme à un myope et sera pour lui au moins une famille. Sans doute, un tribunal arbitral (s'il en existait) pourrait décider que cette branche est décidément un genre; mais s'il est un domaine dans lequel le principe d'autorité aura de la difficulté à s'implanter, c'est bien certainement le domaine scientifique. Il est donc à prévoir qu'on ne s'entendra jamais ni sur les espèces, ni sur les sous-genres, ni sur les genres, ni sur les autres divisions employées. Mais au fond, toutes ces divisions étant de pures conceptions de l'esprit, l'inconvénient ne sera pas aussi grand qu'on pourrait le croire et l'arbre lui-même n'en subsistera pas moins, quelle que soit la grandeur des morceaux qu'on y taillera par la pensée. A une condition cependant, c'est que chacune des divisions établies ne représente qu'un seul morceau, branche ou rameau, parce qu'alors en les remettant bout à bout on pourra reconstituer l'arbre lui-même; si au contraire on réunit sous un même lien, en une sorte de fagot, des morceaux pris en des points quelconques de l'arbre, toute reconstitution deviendra impossible, tant qu'on n'aura pas défait le fagot. C'est là malheureusement où nous en sommes aujourd'hui: bien des genres étaient hétérogènes et formés d'éléments empruntés à des branches différentes de l'arbre généalogique; il était indispensable d'en séparer les morceaux, tous les morceaux, et nous sommes maintenant au milieu de tous ces débris enchevêtrés, comme celui qui tenterait de reconstituer un arbre émietté par la cognée du bucheron.

En ce qui concerne les Ammonites, il est malheureusement à craindre qu'il n'y ait encore plus d'un fagot à défaire, plus d'un genre hétérogène à démembler, et cependant combien de genres nouveaux ont été créés depuis que la voie a été ouverte par Agassiz, Suess et Neumayr; chaque année l'avalanche continue et nous ne sommes pas encore au bout. Pourtant nous sommes dès maintenant en possession d'un certain nombre de groupes vraiment naturels, les uns ont des caractères tellement évidents, comme les *Lytoceras* et les *Phylloceras*, qu'ils ont été distingués dès l'origine; mais c'est un cas un peu exceptionnel. Presque toujours les affinités des espèces sont plus ou moins masquées par le parallélisme des caractères dans des groupes différents et il faut un examen minutieux et approfondi pour les découvrir. Dans son mémorable mémoire « sur la série de l'*Amm. subradiatus*, » Waagen nous a montré dans quel esprit ces recherches devaient être conduites; Hyatt s'est attaché également à faire ressortir la filiation des espèces dans ses belles recherches sur les Ammonites du Lias. Mais c'est surtout Mojsisovics qui, dans ses admirables travaux sur les Céphalopodes triasiques, a obtenu les résultats les plus considérables,

résultats d'autant plus importants qu'ils s'appliquent à la brillante aurore du grand groupe des Ammonites et qu'ils nous fournissent une base solide pour l'étude des périodes plus récentes.

C'est en prenant ces travaux comme point de départ qu'on pourra essayer de reconstituer successivement les rameaux et les branches de l'arbre si touffu des Ammonites et arriver ainsi à une classification vraiment naturelle.

Quels sont les caractères qui pourront nous guider dans cette reconstitution ? Sans doute il est nécessaire de tenir compte de tous les caractères, mais tous ne sont pas de même valeur et la première question à résoudre est précisément de déterminer leur ordre d'importance relative : c'est là le point capital et toute la classification en dépendra. On peut essayer de se rendre compte *a priori* et d'après des considérations théoriques de la valeur de chaque caractère, c'est ainsi qu'on admet généralement en zoologie qu'elle dépend étroitement de l'importance de l'organe qui le fournit. Mais ce n'est guère au fond qu'une hypothèse ; cette méthode est d'une application très délicate, et bien des résultats auxquels elle a conduit nous paraissent des plus contestables, sans doute parce que la méthode a été mal appliquée. En paléontologie, elle est d'un usage encore plus incertain, puisque nous ignorons bien souvent la nature de l'organe qui nous fournit tel ou tel caractère ; il nous suffira de citer les cloisons des Ammonites et les aptychus. Ce serait en outre un contresens d'adopter purement et simplement la classification zoologique pour les animaux fossiles ; l'étude des animaux vivants ne peut que nous donner des indications vagues sur la nature de leur parenté réelle ; c'est la paléontologie seule qui, par la reconstitution des arbres généalogiques, pourra fournir les éléments d'une classification positive.

Une deuxième méthode consiste à abandonner toute idée théorique préconçue et à examiner la manière dont chaque caractère se comporte dans les groupes que nous avons toutes raisons de considérer comme naturels ; plus un caractère restera constant dans un groupe étendu, plus grande sera son importance dans la classification ; nous pourrons ainsi discerner des caractères de famille, des caractères de genre, etc. Ce n'est là bien évidemment qu'une méthode empirique, mais c'est la seule qui nous paraisse en état de fournir des résultats positifs et pouvant servir de base solide à la connaissance des lois naturelles.

Les principaux caractères usités dans la classification des Ammonites, sont tirés de la forme générale, de la forme de l'ouverture, de la nature de l'aptychus, de la forme des cloisons.

La forme de l'ouverture est bien constante dans un même genre,

mais elle est souvent peu différente dans des genres appartenant à des familles distinctes ; elle est peu variée : on ne peut guère distinguer que les ouvertures à bords simples généralement falciformes, à bords falculiformes ou présentant des joues caduques, et enfin les ouvertures en forme de capuchon. Dans une même famille la forme de l'ouverture paraît se modifier avec le temps ; d'abord falciforme, elle peut devenir falculiforme, puis se garnir de joues caduques, et ce qu'il y a de plus singulier, c'est qu'une modification analogue paraît se produire parallèlement et presque synchroniquement dans les diverses familles ; ainsi, tandis que les formes anciennes de *Phylloceras* et de *Lytoceras* avaient une ouverture à bords simples, il est bien probable que l'ouverture avait des bords falculiformes tout au moins, dans les espèces à sillons coudés (1) (*Ph. Circe*, *Lyt. tripartitum*) et dans les espèces crétacées, comme le montrent les lignes d'accroissement. Ainsi donc, malgré son importance, la forme de l'ouverture ne peut fournir que des caractères peu variés qui se modifient dans une même famille, tandis qu'ils sont peu différents dans des familles distinctes ; ils ne peuvent par suite être employés que d'une manière intermittente.

Nous en dirons autant des aptychus qui ne sont guère connus que d'une manière exceptionnelle ; les caractères qu'on peut en tirer paraissent bien constants dans chaque genre, mais rien ne s'oppose à ce qu'on rencontre dans une même famille des aptychus de même forme, mais tantôt cornés, tantôt plus ou moins imprégnés de calcaire ; les premiers disparaîtront par la fossilisation, au moins dans la majeure partie des cas, tandis que les seconds seront conservés ; l'absence d'aptychus peut ainsi n'être qu'apparente et c'est un caractère de peu de valeur. De sorte que si les aptychus peuvent donner de temps en temps de bons caractères, en tous cas ceux-ci ne sont pas susceptibles d'être utilisés d'une manière courante, au moins quant à présent.

La forme générale de la coquille est tantôt constante, tantôt variable dans un même groupe ; tantôt elle fournit d'excellents caractères, tantôt elle n'a qu'une importance médiocre ; en tous cas la largeur de l'ombilic est susceptible de varier dans de très larges limites, même dans une espèce déterminée : le plus souvent un même type spécifique peut présenter des variétés *obèses* à tours renflés, à ornementation très saillante et à ombilic large, et des variétés *maigres* à tours aplatis, à ornementation effacée et à ombilic étroit ; le plus souvent ces formes distinctes en apparence ont reçu

(1) M. Haug vient précisément de découvrir une ouverture de cette nature dans le *Ph. mediterraneum*. (Note ajoutée pendant l'impression).

des noms spécifiques différents, mais il suffit d'avoir des séries un peu nombreuses d'échantillons recueillis dans un même gisement pour se convaincre que ce ne sont là que des variétés; tel est, par exemple, le cas pour les *Amm. radiatus* et *Leopoldinus* du Néocomien, *Amm. Benettii* et *dentatus* du Gault; un exemple encore plus typique est fourni par les *Amm. proboscideus*, *tuberculatus* et *lautus* également du Gault.

La forme de la région externe ou ventrale n'a qu'une valeur générique; c'est là un point qui a été mis hors de doute par les travaux de Mojsisovics sur les Ammonites du Trias: une même famille peut renfermer à la fois des formes à région externe tranchante comme les *Hungarites* et des formes arrondies comme les *Gymnites*. Dans les *Dinaritinae* on rencontre des formes à région ventrale arrondie comme les *Ceratites*, tandis que les *Arpadites* présentent sur cette région une dépression médiane; les *Tirolitinae* sont encore plus variés puisqu'ils renferment les *Tirolites* à région externe arrondie, les *Trachyceras* à sillon ventral, et les *Balatonites* à carène tantôt tuberculeuse, tantôt tranchante.

L'ornementation des flancs est dans une dépendance étroite de la forme de l'ouverture et par conséquent peut donner des caractères de même valeur que cette dernière; cependant ces caractères sont peut-être plus importants, parce qu'ils sont plus variés. En effet, l'ornementation peut se composer:

1° De côtes parallèles aux lignes d'accroissement, c'est par exemple le cas pour beaucoup de formes du Lias (*Harpoceras*, *Lioceras*, *Hildoceras*);

2° De côtes plus ou moins bifurquées, trifurquées, etc., comme dans les *Perisphinctes*;

3° De côtes venant converger à des tubercules placés autour de l'ombilic ou sur le milieu des tours, c'est le cas le plus fréquent;

4° De *varices* ou traces des ouvertures successives, c'est le cas, par exemple, des « Parabel-Knoten » dont la signification a été bien mise en lumière par M. Teisseyre. Ces varices peuvent ou se combiner avec les côtes comme dans certains *Perisphinctes* ou former à elles seules toute l'ornementation comme dans les *Aspidoceras*: elles sont essentiellement formées par un tubercule ombilical ou *tentaculaire* (correspondant au tentacule) et un tubercule externe ou *oculaire*. L'intervalle de deux varices consécutives est le même que celui des cloisons;

5° De *sillons* (*Perisphinctes*, *Phylloceras*) généralement beaucoup plus marqués sur le moule interne et correspondant soit à des constrictiones de la coquille soit à des varices internes; mais ici la distance des sillons correspond généralement à plusieurs intervalles

cloisonnaires comme si l'animal déplaçait plusieurs fois la partie postérieure de son corps avant d'épaissir le bord de son ouverture.

On voit quelle variété de caractères peut donner l'ornementation de la coquille; ce sont certainement de beaucoup les plus usités; mais ils ont surtout une valeur spécifique et générique; ils sont plus difficiles à employer pour caractériser les groupes d'un ordre plus élevé, car fréquemment un même mode d'ornementation s'observe dans des groupes éloignés.

Il nous reste à examiner les caractères tirés de la forme des cloisons. Ceux-ci ont une grande importance dès l'origine du groupe des Ammonites, puisqu'ils sont à peu près exclusivement employés pour le classement des formes les plus anciennes ou Goniaticites. Ici les cloisons sont relativement simples; leur plan général, c'est-à-dire la disposition et la forme des selles et des lobes, est facile à observer et à définir.

Il n'en est pas de même pour les Ammonites où les cloisons sont souvent d'une complication extrême. Mais si l'on réfléchit que dans le jeune âge les cloisons sont tout à fait comparables à celles des Goniaticites, rien ne s'opposerait en réalité à ce qu'on appliquât aux Ammonites jeunes le même mode de classement qui a donné de bons résultats pour les Goniaticites. Nous croyons qu'on obtiendra ainsi des résultats d'une haute importance en poursuivant jusqu'au stade Goniaticite les belles recherches entreprises, il y a quelques années, par Branco, sur les premières phases du développement des Ammonites; à ce moment et un peu après, quand la cloison commence à se subdiviser, son plan général n'est pas encore masqué par la complication des découpures des lobes et des selles: il peut fournir des caractères d'une grande netteté et de nature à jeter une vive lumière sur les affinités et les origines des divers groupes d'Ammonites.

Du reste on peut affirmer dès maintenant que malgré leur plus ou moins grande complication, l'unité de composition des cloisons est nettement perceptible dans tous les groupes vraiment naturels; ainsi on reconnaît tout de suite un *Phylloceras* à la terminaison en forme de feuille arrondie des éléments de ses cloisons; les cloisons des *Lytoceras* sont tout aussi reconnaissables à leurs selles et à leurs lobes profondément bilobés. Il suffit de feuilleter les beaux mémoires de Mojsisovics pour être frappé de l'uniformité des cloisons non seulement dans un même genre (*Arcestes*, *Joannites*, *Cladiscites*), mais encore dans une même famille (*Ceratitidæ*).

Cette unité de plan est d'autant plus facile à saisir et surtout à définir, que la cloison est moins découpée; généralement cette forme simple ne peut s'observer que dans le jeune âge; de là, l'im-

portance du *stade Goniatite*, sur laquelle nous avons insisté déjà ; mais quelquefois ce stade est très court et difficile à observer comme dans les *Phylloceras* par exemple. On peut alors remonter aux formes ancestrales (*Ph. pumilum*), qui nous montrent le passage à des formes encore plus anciennes (*Hyattoceras* et *Popanoceras* du Permien) et nous permettent quelquefois de remonter jusqu'aux Goniatites (*Pronorites* et *Prolecanites*).

Du reste il n'est pas rare de rencontrer dans un même groupe des formes où les cloisons restent relativement simples dans l'adulte ; c'est le cas par exemple des *Phylloceras* à sillons falculiformes comme le *Zignoi*, dont les selles sont bifurquées ou paires et qui nous montrent le passage au groupe de l'*Amm. tortisulcatus* (1).

Mais les exemples les plus remarquables nous sont fournis par les soi-disant « Cératites » de la Craie.

II. — DES CÉRATITES DE LA CRAIE

Ici les cloisons restent simples très longtemps et ne se découpent que très peu dans l'âge adulte ; nous avons donc toute facilité pour observer le plan de la cloison correspondant soit au *stade goniatite* soit au commencement du *stade ammonite*.

Cette simplicité des cloisons avait d'abord conduit à rapprocher ces formes des Cératites du Trias ; mais on a bientôt reconnu que ce n'était là qu'une analogie apparente et depuis quelques années on s'est accoutumé à les rapporter au genre *Buchiceras* Hyatt. Quelques unes de ces formes ont été discutées en 1881, dans un important mémoire de MM. Neumayr et Uhlig (2) ; ces auteurs ont séparé les formes à selles normales, c'est-à-dire dont le nombre est égal ou inférieur à 3, qu'ils rangent dans le genre *Buchiceras* et qu'ils rapprochent des *Amaltheus*, *Cardioceras* et *Oxynoticeras* du Jurassique ; un deuxième groupe est constitué par les espèces à selles nombreuses pour lesquelles ils proposent le genre *Engonoceras*, qu'ils considèrent comme intimement lié aux *Sphenodiscus* ; l'ensemble de ces genres constituerait la famille des Amalthéidés. La séparation de ces deux groupes nous paraît tout à fait justifiée. Il n'en est pas de même du rapprochement indiqué pour les *Buchi-*

(1) Ces formes de passage du *Zignoi* au *tortisulcatus* sont particulièrement faciles à reconnaître dans les petits échantillons ferrugineux provenant du Bathonien supérieur du S.-E. de la France (couche à *Amm. contrarius*). Dans ces conditions, il n'est plus possible de rattacher le *tortisulcatus* aux formes triasiques à cloisons relativement simples, telles que l'*Amm. neojurensis* ; le genre *Rhacophyllites* se trouve ainsi être hétérogène.

(2) *Ammonitiden aus den Hilsbildungen Norddeutschlands*, Palæontographica, t. 27.



1

1. — *Tissotia Tissoti*.



2

2. — *Tissotia Ewaldi*, d'après M. Fallot.



3

3. — *Tissotia Fourneli*, d'après M. Bayle.



4

4. — *Neolobites Vibrayeanus*, d'après un échantillon de l'École des Mines.



5

5. — *Pulchellia compressissima*, d'Alcoy (gros 4 fois).



6

6. — *Ammonites* cf. *pulchellus*, d'Alcoy (gros 4 fois).



7

7. — *Amm.* n. sp. d'Alcoy (gros 4 fois).



8

8. — *Stoliczkaia dispar*, jeune, d'après un échantillon de l'École des Mines.



9

9. — *Oppelia bipartita* de l'Oxfordien de Dives (gros 6 fois).



10

10. — *Oppelia Baugieri*, de Dives (gros 3 fois).

ceras ; il nous paraît d'autant plus difficile à admettre, que nous croyons que les *Amaltheus*, *Cardioceras* et *Oxynoticeras* appartiennent eux-mêmes à des branches différentes. Mais c'est une question que nous laisserons de côté pour le moment.

Nous allons examiner successivement chacun de ces deux groupes.

Premier groupe. — Les espèces que Neumayr et Uhlig rangent dans le genre *Buchiceras* sont les suivantes, par ordre alphabétique : *Ewaldi*, *Fourneli*, *Ismaelis*, *syriacus*, *Robini*, *Tissoti*. Si on laisse de côté les *Amm. Ismaelis* et *syriacus* (1), les 4 formes restantes constituent un groupe bien homogène, caractérisé par des cloisons de même forme, comme le montrent les figures ci-jointes (fig. 1, 2 et 3) : les selles sont au nombre de trois ou quatre ; elles sont larges et arrondies, non dentelées et la première ou selle externe est toujours divisée par un lobule secondaire ; les lobes sont assez étroits et un peu élargis à leur partie inférieure qui est denticulée.

Mais ces formes se rapportent-elles bien au genre *Buchiceras* ? Ce dernier a été établi par Hyatt en 1875 (2) pour une série de formes nouvelles recueillies dans l'Amérique du Sud par le professeur James Orton. Ces formes ont été sommairement décrites sous les noms de *bilobatum*, *serratum*, *syriaciforme* et *attenuatum*, mais elles n'ont pas été figurées ; il était assez difficile dans ces conditions de se rendre un compte exact de la forme des cloisons dans chacune de ces espèces, d'autant plus qu'elle paraît présenter des différences notables (3) ; en particulier aucune de ces espèces ne pouvait être considérée comme génériquement identique avec l'*Amm. syriacus*, qui a été indiqué par plusieurs auteurs comme pouvant servir de type au genre *Buchiceras*.

Dans ces conditions nous avons soumis la difficulté à l'auteur lui-même qui a bien voulu nous répondre que la première espèce décrite, *B. bilobatum*, devait être prise pour type du genre, et en même temps il nous envoyait un croquis de l'échantillon type et de sa cloison. Il nous a paru indispensable de faire reproduire ce croquis (fig. 11), qui pourra servir au moins d'indication en attendant que

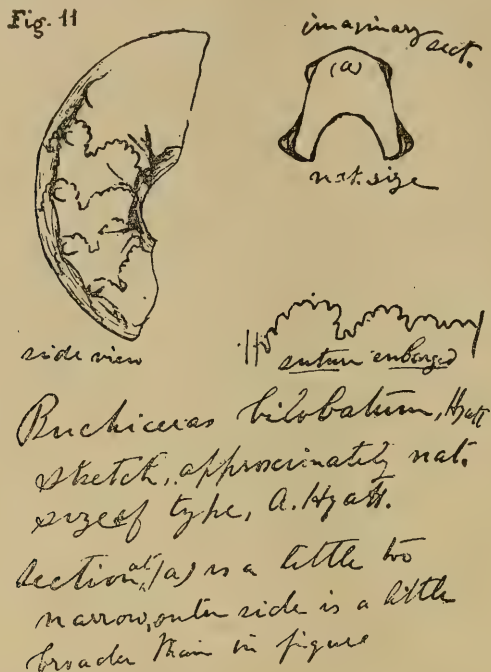
(1) Les affinités de la première de ces espèces nous paraissent encore incertaines ; en tous cas le nombre des selles y est bien supérieur à 3 ; quant à la seconde on verra qu'elle appartient en réalité au deuxième groupe.

(2) *Proceed. of the Boston Soc. of nat. hist.*, 1875, p. 369.

(3) *B. bilobatum* est indiqué comme ayant deux selles principales ; *B. serratum* a des selles plus nombreuses dont les extérieures sont subdivisées par un lobule médian ; *B. syriaciforme* a des selles plus étroites et plus hautes analogues à celles du *B. syriacum*, mais il n'a que 3 selles et 2 lobes visibles de chaque côté ; enfin *B. attenuatum* a des selles simples nombreuses et le lobe médian est plus allongé que les autres, il est très voisin du *B. pierdenalis*.

l'auteur ait eu l'occasion de faire figurer lui-même l'échantillon. Or il suffit de comparer la cloison du *B. bilobatum* avec celles du premier groupe (fig. 1, 2 et 3) pour voir qu'il n'y a pour ainsi dire aucune analogie: toutes les selles sont dentelées, la première n'est pas bifurquée, et, caractère plus important, les lobes sont anguleux au lieu d'être arrondis. Ainsi donc l'assimilation au genre *Buchiceras* du groupe *Ewaldi-Tissoti* ne paraît pas justifiée.

Fig. 11



Fac-simile d'un croquis communiqué par M. Hyatt, de l'espèce type du genre *Buchiceras*.

Il existe un autre genre dont les cloisons présentent des affinités bien plus étroites avec le groupe que nous examinons en ce moment; c'est le genre *Neolobites*, proposé par M. Fischer en 1882 pour l'*Amm. Vibrayanus*; nous avons fait figurer la cloison de cette espèce (fig. 4). On voit que les lobes sont arrondis et non denticulés à leur extrémité; en outre, le premier lobe latéral nous paraît n'être que l'exagération du lobule qui divise la selle externe dans le groupe de l'*Amm. Tissoti*: il n'y aurait donc que 5 lobes au lieu des 4 que l'on observe dans cette dernière espèce; en réalité cette différence est peu importante et le groupe *Ewaldi-Tissoti* nous paraît extrêmement voisin du genre *Neolobites*; seulement la forme extérieure

est différente, surtout pour la région ventrale qui est tronquée et bituberculée dans l'*Amm. Vibrayeanus*, tandis qu'elle présente toujours une carène médiane dans le groupe que nous étudions en ce moment (1); comme nous attribuons à ce caractère une valeur générique, il en résulte que le groupe *Ewaldi-Tissoti* constitue en réalité un genre nouveau pour lequel nous proposons le nom de *Tissotia*, l'espèce type étant le *Tissotia Tissoti*.

Ces formes à cloisons simples ne sont pas du reste isolées dans la Craie supérieure. En examinant dans la collection de Verneuil une série d'Ammonites ferrugineuses provenant du Néocomien d'Alcoy (Espagne) nous avons été frappé d'y retrouver des formes à cloisons de *Tissotia* : l'une d'elles en particulier, intermédiaire entre l'*Amm. compressissimus* et l'*Amm. Didayi* présente la même disposition des selles et des lobes, sauf que les lobes sont plus ouverts, moins spatulés et que les denticulations sont à peine marquées; ces espèces font partie du genre *Pulchellia* Uhlig, et les autres formes telles que les *Amm. galeatus*, *Dumasi* (2), etc. présentent des cloisons analogues, mais généralement denticulées comme dans les figures 6 et 7; toutes ces formes ont leur région ventrale tronquée, quelquefois bicarénée (*Sauvageaui* Hermite), mais le plus souvent bituberculée et se rapprochent alors des *Neolobites*.

Les Ammonites de ce groupe sont accompagnées à Alcoy d'autres espèces dans lesquelles les cloisons présentent la même disposition générale, le même plan, mais où les selles et les lobes sont festonnés; la forme générale est analogue, mais elle présente des différences assez sensibles dans la disposition de la région ventrale. Dans les unes (fig. 6), la région ventrale reste arrondie et les côtes larges et épaisses traversent cette région sans s'interrompre; elles y dessinent au contraire des bourrelets saillants et cette disposition est bien marquée dès l'apparition des côtes: cette forme paraît assez voisine de *A. pulchellus*. On voit d'après la fig. 6 que les lobes et les selles commencent à se festonner: le lobule médian de la selle externe est bien marqué et un lobule analogue apparaît dans les autres selles, mais il est peu développé; en même temps, on aperçoit à l'extrémité du premier lobe une sorte de fourche formée par les deux denticulations médianes.

Un troisième type reproduit la forme des *Tissotia*: la région

(1) *Amm. Tissoti* présente en outre 2 carènes latérales, il est donc tricaréné. Ce caractère n'est pas visible sur la figure que M. Bayle a donné de cette espèce.

(2) Ces formes sont celles qui sont citées comme typiques par l'auteur du genre *Pulchellia*, tandis que *Amm. pulchellus* n'est pas mentionné.

ventrale présente une carène mousse de part et d'autre de laquelle s'arrêtent les larges côtes latérales en dessinant une double ligne de tubercules (1); les lobes et les selles sont ici (fig. 7) un peu plus découpés que dans les formes précédentes; la fourche qui termine le premier lobe latéral est surtout bien mieux dessinée.

L'extrême analogie des cloisons précédentes (fig. 4 à 7) est incontestable; elles ne diffèrent guère que par la persistance plus ou moins longue du stade goniatite; dans les *Neolobites* (fig. 4), l'adulte a des cloisons à lobes et selles entiers, dans les *Pulchellia* (fig. 5) et dans les *Tissotia*, les selles sont entières, les lobes seuls sont dentelés, dans les fig. 7 et 8, les découpures atteignent à la fois les selles et les lobes, mais sont encore peu profondes; il suffirait que ces découpures, qui ne sont encore qu'amorcées, se développassent davantage pour obtenir des cloisons d'une apparence toute différente. Ainsi nous avons fait figurer (fig. 8) une cloison grossie de l'*Amm. gardonicus* qui n'est autre chose que le jeune du *Stoliczkaia dispar*: malgré sa complication, on y retrouve notamment dans la constitution du premier lobe latéral, exactement les mêmes éléments que dans la fig. 7. Du reste l'*Amm. dispar* présente bien, surtout dans l'adulte, une analogie d'ornementation avec l'*Amm. pulchellus*; dans le jeune il présente des côtes embrassantes de longueur inégale avec une rangée de tubercules sur la ligne siphonale. L'*A. Brottiannus* offre également une ornementation analogue et des cloisons de même forme. Il existe tout un autre groupe qui, au moins dans le jeune âge, présente dans sa forme générale de grandes analogies avec le *Stoliczkaia dispar*, c'est le genre *Scaphites*: ici, aussi, les lobes sont bifurqués de même que les selles et pour cette raison on a rapproché les *Scaphites* des *Lytoceras*; ces cloisons nous paraissent bien plus voisines au contraire de celles des *Stoliczkaia*. Ainsi l'*A. Verneuli*, qui est très vraisemblablement un *Scaphite*, a des cloisons presque identiques à celles de l'*Amm. dispar*. En outre les *Scaphites* présentent souvent des tubercules, caractère qui ne s'observe jamais dans les vrais *Lytoceras*.

Toutes ces formes sont ainsi rapprochées par l'unité de plan de leurs cloisons, unité qui persiste malgré la plus ou moins grande importance des découpures secondaires, de telle sorte que nous pourrions avoir dans une même famille des cloisons simples et des

(1) Ces diverses formes vont être très prochainement décrites par notre confrère M. Nicklès qui a eu à plusieurs reprises l'occasion d'explorer personnellement les riches gisements d'Alcoy.

cloisons très découpées; mais la constitution de la région ventrale présente de notables différences :

1° La région ventrale peut être arrondie et traversée par des côtes tantôt lisses, tantôt tuberculeuses : *Stoliczkaia*, *Scaphites*.

2° La région ventrale présente une carène tantôt continue, tantôt tuberculeuse et souvent bordée de part et d'autre d'une ligne de tubercules ou d'une carène : *Tissotia*.

3° La carène médiane peut faire défaut et il ne reste plus alors sur la région ventrale qu'une double rangée symétrique de tubercules se transformant quelquefois en une double carène ; la région ventrale est alors tronquée ou même excavée en son milieu : *Pulchellia*, *Neolobites*.

Du reste, ces trois groupes présentent dans leur ornementation générale de grandes analogies qui viennent confirmer les caractères tirés des cloisons ; nous proposons de les réunir dans une même famille, celle des *Pulchelliidés*.

Il est curieux de retrouver dans certaines formes jurassiques des cloisons presque aussi simples que celles des *Pulchellia* et présentant une disposition générale analogue ; c'est le cas pour les *Ammonites Baugieri* et *bipartitus* de l'Oxfordien. Ces deux formes sont très voisines l'une et l'autre : lisses et arrondies jusqu'au diamètre de 7 à 8 millimètres comme les *Pulchelliidés* d'Alcoy, elles prennent ensuite une carène ventrale bordée de chaque côté par une rangée de tubercules plus ou moins saillants, qui correspondent à l'extrémité des côtes latérales flexueuses ; dans le *bipartitus*, la carène persiste dans l'adulte, tandis qu'elle disparaît rapidement dans le *Baugieri*, en même temps que s'exagèrent les tubercules latéraux qui deviennent très saillants et tranchants : nous avons représenté, fig. 10, la cloison du *Baugieri* au diamètre de 15 millim. (grossie 3 fois) et fig. 9 celle du *bipartitus* au diamètre de 10 millimètres (grossie 6 fois). Or l'analogie des fig. 5 et 10 est aussi frappante que celle des fig. 6 et 9. Du reste, cette analogie se poursuit dans la forme générale et dans la constitution de la région ventrale qui, dans les *Oppéliidés*, est également tantôt arrondie (*Lissoceras*), tantôt carénée (*Oppelia*) ou tuberculée (*Neumayria*), tantôt carénée et bituberculée (*Amm. Baugieri*). Il nous paraît ainsi au moins probable que la famille des *Pulchelliidés* représente à l'époque crétacée le prolongement de celle des *Oppéliidés* jurassiques.

Deuxième groupe. — Le genre *Engonoceras*, de Neumayr et Uhlig

(1881), comprend les *Amm. pierdenalis* Buch (1), *Vibrayeanus* d'Orb. et une Ammonite nouvelle du Cénomaniien de la Sarthe considérée comme voisine de cette dernière espèce, tandis qu'elle doit être au contraire rapprochée du *pedernalis*. Nous avons vu que l'*Amm. Vibrayeanus* bicaréné est devenu le type du genre *Neolobites* Fischer, 1882, et doit être rangé dans les *Pulchelliidés*; il ne reste donc pour le genre *Engonoceras* que le groupe de l'*A. pedernalis*. En réalité cette forme, comme l'indiquent très bien les auteurs précités, n'est qu'un *Sphenodiscus* à lobes peu subdivisés et ce caractère, qui a seulement une valeur spécifique, est insuffisant pour motiver la création d'un genre distinct.

Le caractère des *Sphenodiscus-Placenticeras* a été bien indiqué par Zittel : « la selle externe, dit-il, est divisée en 2 ou 3 selles de grandeur inégale ou égale, le premier lobe latéral est alors un peu abaissé... » Ce caractère est bien marqué par exemple dans *Placenticeras Guadaloupæ* (fig. 15) : on voit que le premier lobe latéral s'est ouvert et a presque perdu son individualité propre par suite du développement anormal des deux lobules principaux, placés du côté externe ; ces deux lobules simulent presque des lobes et subdivisent en 3 parties la selle externe. La modification est encore plus profonde dans *Plac. syrtalis* (fig. 16) : le premier lobe latéral s'est complètement effacé et les deux lobules adventifs *l'* et *l''* pourraient être facilement confondus avec de vrais lobes si on ne connaissait pas leur origine ; ce n'est que le troisième lobule qui représente en réalité l'extrémité du premier lobe latéral I ; d'habitude il dépasse légèrement les autres lobes et lobules comme l'indique Zittel et comme on le voit par exemple dans le *Sphenodiscus lenticularis*. Cette disposition rappelle tout à fait ce que l'on observe dans le genre *Pinacoceras*.

La cloison du *Sphenodiscus clypeiformis*, telle qu'elle a été indiquée par Quenstedt (Cephalopoden, pl. 8, figure 15 a), reproduit une disposition analogue à celle du *Pl. Guadaloupæ* ; mais par contre c'est à tort, croyons-nous, qu'on voudrait y voir une analogie avec les *Oxynticeras* et les *Amaltheus*, dans lesquels ce sont au contraire les lobules du lobe ventral qui prennent un développement anormal.

C'est dans le groupe *Hoplites-Sonneratia* (2) qu'il faut chercher

(1) Changé par Roemer, en *pedernalis* (« Von Friedrichsburg im Thale des Pederalen Flusses »).

(2) Le genre *Sonneratia* a été institué par M. Bayle (B. S. G. F. 13 janv. 1879), pour l'*Amm. Dutemplei*. Il renferme des formes voisines des *Hoplites* mais dans lesquelles les côtes traversent la région ventrale en s'infléchissant un peu en avant ; ce sont des formes à région ventrale arrondie, ogivale ou quelquefois même tranchante qui sont aux *Hoplites* bituberculés ou bicarénés ce que les *Stoliczkaia* et les *Tissotia* sont par rapport aux *Pulchellia*.



12. — *Sonneratia Cleon*
(gros 4 fois 1/2).



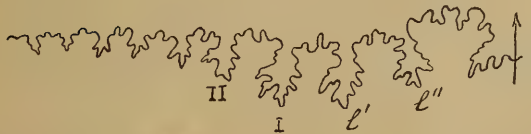
13. — *Hoplites splendens*
(gros 4 fois 1/2)



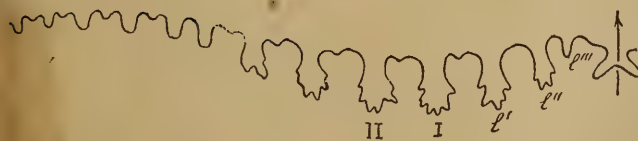
14. — *Sonneratia quercifolia*, d'après d'Orbigny.



15. — *Placenticeras Guadaloupæ*, d'après Stoliczka.



16. — *Placenticeras syrtalis*.



17. — *Sphenodiscus peder-nalis*, d'après Rømer.



18. — *Placenticeras syriacum* (gros 2 fois), d'après un échantillon de l'École des Mines.

l'origine des *Placenticeras-Sphenodiscus*. On voit dans ce groupe (fig. 12, 13 et 14) le premier lobe latéral, originairement à 3 pointes, devenir dyssymétrique par le développement de ses deux lobules externes l' et l'' ; le lobule l''' qui primitivement divisait en deux la selle externe, peut même dans certains cas donner naissance à un troisième lobule adventif (1).

Les *Hoplites radiatus*, *Leopoldinus*, *splendens* (fig. 13) montrent bien le commencement de cette modification qui s'accroît dans *Sonneratia quercifolia* (fig. 14) et surtout dans certains échantillons de *S. Cleon* (fig. 12).

En réalité les genres *Sphenodiscus* et *Placenticeras* ne constituent qu'une modification des *Sonneratia* et des *Hoplites*.

Mais ce groupe renferme encore des formes nettement carénées : ce que nous avons dit précédemment du peu d'importance, au point de vue du classement général, de la forme de la région ventrale doit nous faire soupçonner l'hétérogénéité du genre *Schloenbachia* dans lequel on a groupé presque toutes les formes carénées de la Craie. Ce genre contient en effet des formes appartenant à des branches très distinctes ; en particulier les *Amm. texanus* (type du genre *Mortonicer* Meek) et *inflatus* se rapprochent de certains *Acanthoceras*, tandis que l'*A. varians* par ses lobes trifurqués et par l'ornementation de ses flancs doit être rattaché aux *Hoplitidés*. Nous proposerons de prendre cette dernière espèce comme type du genre *Schloenbachia*.

L'étude des *Acanthoceras* est encore peu avancée, au moins au point de vue auquel nous nous plaçons ; en tout cas, il est facile de s'assurer que le groupe *Martini-mamillaris* est caractérisé dans le jeune âge par deux larges selles festonnées séparées par un lobe large et anguleux, exactement comme dans *Buchiceras bilobatum*, tandis que le groupe de l'*A. Lyelli* a des cloisons qui rappellent celles des *Pulchelliidés* avec une tendance à la bifurcation des lobes ; cette bifurcation s'accroît beaucoup dans les *Amm. laticlavus*, *rothomagensis*, *Gentoni*, *Bourgeoisii*, etc. Les *Amm. versicostatus* et *gladiator* ont le même type de cloisons que l'*A. Lyelli* ; l'*A. Senequieri* représente un type à cloisons simples du même groupe.

L'étude détaillée des *Acanthoceras* conduira certainement à des résultats intéressants : dès maintenant on peut prévoir le moment où les différentes branches des Ammonites crétacées seront nettement délimitées, et il sera alors singulièrement plus facile d'aborder la question de leur dérivation des formes jurassiques.

(1) C'est le cas par exemple pour le *Placenticeras syriacum* (fig. 18).

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Au point de vue de la classification générale,

1° Les meilleurs caractères des familles paraissent devoir être fournis par le *plan de la cloison* ; l'ornementation des flancs paraît également assez constante dans chacun de ces groupes.

2° La forme et l'ornementation de la région ventrale ne donnent que des caractères génériques.

3° La découpe plus ou moins profonde des cloisons n'est qu'un caractère spécifique.

Au point de vue spécial des soi-disant Cératites de la Craie, ceux-ci doivent être considérés comme des cas particuliers répartis à peu près dans tous les groupes.

1° Les *Tissotia*, *Pulchellia*, *Neolobites*, sont à rattacher aux Pulchelliidés.

2° Les *Sphenodiscus* et *Placenticeras* sont à rattacher aux Hoplidadés.

3° L'*Amm. Senequieri* appartient au groupe de l'*Am. Lyelli*.

4° Les affinités des *Buchiceras* vrais sont encore à établir.

5° Il paraît probable qu'il faudra rechercher dans les *Oppelia* jurassiques la souche des Pulchelliidés.

M. FISCHER reconnaît tout l'intérêt que présentent les travaux de M. Douvillé sur la classification des différents groupes d'Ammonées, mais il croit devoir exprimer des réserves au sujet de l'importance extrême que son confrère attribue à la disposition de la ligne suturale.

Il pense que toute classification un peu générale doit être fondée sur la subordination des caractères et sur l'admission d'un ou plusieurs caractères dominateurs. Or peut-on dire que la suture soit un caractère dominateur ?

Ainsi, d'autres particularités que présentent les Ammonées ont une importance plus grande ; telles sont : la forme générale de la coquille, son ornementation, la forme de l'ouverture, la nature et la structure de l'aptychus, etc. Quelques-uns même de ces caractères peuvent nous donner, comme M. Douvillé l'a montré à propos du genre *Morphoceras*, des renseignements précieux sur les animaux.

La ligne suturale, au contraire, varie non seulement avec l'âge des individus, mais aussi suivant l'état d'évolution plus ou moins avancé de certains types. Elle n'a donc une véritable valeur que

lorsqu'elle est subordonnée et qu'elle coïncide avec d'autres caractères d'un ordre plus élevé.

Au surplus, si la ligne suturale était le *criterium* absolu d'une classification des Ammonées, il y a longtemps que celle-ci serait terminée, puisque depuis L. de Buch tous les paléontologistes, ont tenu compte de ce caractère. Malheureusement, nul ne peut affirmer aujourd'hui qu'il existe une classification suffisante de ce groupe des Céphalopodes.

Quant à la classification phylogénique qui est l'objectif de la plupart des paléontologistes, elle ne présente pas moins de difficultés. Ainsi les relations entre les *Goniatites* paléozoïques et les Ammonites du Trias sont très hypothétiques quoique théoriquement probables, et il faut convenir aussi que nombre de formes triasiques considérées comme les souches d'Ammonites liasiques ont au contraire disparu (comme les *Pinacoceras*, par exemple), sans donner de postérité évidente.

M. Cotteau fait la communication suivante :

Note sur quelques Échinides du terrain crétacé du Mexique
par M. Cotteau.

(Pl. I et II)

En 1839, MM. Nyst et Galeotti, dans le *Bulletin de l'Académie royale de Bruxelles* (t. VII, n° 16), ont publié une note sur quelques fossiles recueillis à Tehuacan, au Mexique. Trois espèces d'Échinides sont décrites et figurées dans cette note, sous les noms de *Cidarites propinquus* Münster, *Cidarites pustulosus* Galeotti, et *Cidarites glandiferus* Goldfuss. La figure 10 paraît effectivement représenter un *Cidaris*, mais ce n'est pas, comme le prétendent les auteurs, le *Cidaris propinquus* Münster, dont les caractères sont bien différents. La seconde espèce, n° 11, que Galeotti considère comme nouvelle, et à laquelle il donne le nom de *Cidarites pustulosus*, est un *Pseudocidaris* ou un *Diplopodia*, voisin des *Dipl. Malbosi* ou *variolaris*. C'est peut-être un individu jeune et déprimé du *Dipl. Malbosi*, que M. Antonio del Castillo a rencontré au Valle d'Arivechi (Sonora), mais les figures, très incomplètes, données par Galeotti et les quelques mots de description qui les accompagnent ne permettent pas d'avoir à ce sujet une certitude. Les radioles figurés sous le n° 14 sont seuls reconnaissables, mais l'auteur les

attribue aux radioles du *Cidaris glandiferus* de Goldfuss, avec lesquels ils ne présentent aucune ressemblance. MM. Galeotti et Nyst se basant sur ces déterminations et celles de quelques autres fossiles associés, attribuent au terrain jurassique les couches de Tehuacan. En 1876, M. de Saussure ayant remis à M. P. de Loriol un grand nombre de radioles identiques à ceux de Tehuacan et recueillis à San Juan-Raya, notre savant ami reconnut bien vite que ces radioles n'avaient aucun rapport avec ceux du *Cidaris glandiferus*, qu'ils appartenaient au genre *Pseudocidaris* et constituaient une espèce nouvelle voisine des *P. clunifera* et *mammosa*, mais cependant bien distincte, et à laquelle il donne le nom de *P. Saussurei*. M. de Saussure estime que le gisement où il a trouvé ces radioles appartient à la formation crétacée. Déjà du reste d'Orbigny avait pensé que le gisement de Tehuacan devait être rapporté à l'étage sénonien.

En 1880, rencontrant dans la collection de l'Ecole des Mines de Paris (Coll. Michelin), associés à des radioles identiques à ceux que M. de Loriol avait figurés, un test parfaitement conservé de *Pseudocidaris*, indiqué comme provenant, ainsi que les radioles, de Tehuacan (Mexique), nous avons, dans nos *Echinides nouveaux ou peu connus*, 1^{re} série, p. 219, Pl. XXXI, fig. 1-4, décrit et figuré ce *Pseudocidaris*, auquel appartiennent, sans aucun doute, les radioles désignés par M. de Loriol, sous le nom de *Pseud. Saussurei*. Le test, plus encore que les radioles, se rapproche du *Pseud. clunifera*. Nous avons cru devoir, cependant, ainsi que l'avait fait M. de Loriol, maintenir les deux espèces.

Tout récemment M. Antonio del Castillo, directeur de l'Ecole des Mines de Mexico, nous a remis un certain nombre d'Echinides fossiles du Mexique ; ils sont encore peu nombreux, mais ils nous fournissent des renseignements précieux sur la position stratigraphique des couches qui les renferment. Ces espèces sont au nombre de six : deux d'entre elles, *Diplopodia Malbosi* et *Salenia prestensis*, se sont rencontrées en France, dans l'étage aptien ; trois espèces sont propres à la région mexicaine, le *Pseud. Saussurei*, déjà plusieurs fois décrit et figuré, l'*Holactypus Castilloi* et l'*Enallaster mexicanus*, que nous décrivons pour la première fois, et qui paraissent appartenir également à l'étage aptien. La sixième espèce, déjà connue, est assurément l'une des plus intéressantes. C'est le *Lanieria Lanieri* (d'Orbigny) Duncan, *Echinoconus Lanieri* Cotteau, considéré jusqu'ici comme propre à l'île de Cuba, où il occupe une position stratigraphique douteuse, et que M. Castillo vient de

retrouver au Mexique, à un niveau certainement supérieur à l'étage aptien.

Nous allons successivement passer en revue ces diverses espèces :

1° *Pseudocidaris Saussurei* de Loriol, 1876. Les nombreux radiolés que nous a communiqués M. Antonio del Castillo sont identiques à ceux que nous connaissons déjà et affectent, comme les radiolés du *Pseud. clunifera*, les formes les plus variées ; ils sont allongés, glandiformes, ovoïdes, le plus souvent étranglés au milieu, garnis de granules délicats, inégaux, épars, formant le plus souvent, vers le sommet du radiolé, des côtes lisses, régulières et tranchantes. Nous avons pu examiner parmi les Echinides de M. del Castillo un second exemplaire du test de cette espèce ; comme celui de l'Ecole des Mines, il est très voisin du *P. clunifera* ; il en diffère, cependant, par les caractères que nous avons précédemment indiqués.

Loc. San-Juan-Raya (Puebla).

2° *Diplopodia Malbosi* (Agassiz) Desor, 1856. Nous avons étudié deux exemplaires incomplets de cette espèce ; ils présentent bien les caractères du type ; comme ils sont de moyenne taille, ils ne renferment dans les aires interambulacraires que quatre rangées de tubercules séparées au milieu par une zone miliaire finement granuleuse et assez large. Les deux rangées externes dépassent l'ambitus, mais n'arrivent pas jusqu'au sommet ; les pores sont fortement bigeminés sur toute la face supérieure et ne deviennent simples que vers l'ambitus ; l'appareil apical qui a disparu, comme toujours, était grand et subpentagonal. L'espèce est assurément voisine de *Diplopodia variolaris* ; elle s'en distingue par ses tubercules relativement plus développés et séparés au milieu par une zone miliaire plus large.

Loc. — Valle d'Arivechi (Sonora).

En France, l'espèce se rencontre à La Clape (Aude) et à Opoul (Pyrénées-Orientales).

3° *Salenia prestensis* (Gras) Desor, 1856. Quatre exemplaires appartenant à cette espèce nous ont été communiqués par M. del Castillo ; ils sont de petite taille et diffèrent un peu des types de la Presta ou de l'Isère par la zone miliaire plus étroite et moins granuleuse qui sépare, dans les aires interambulacraires, les deux rangées principales de tubercules ; mais les autres caractères (étroitesse des aires ambulacraires s'élargissant un peu vers la base et présentant, à la face inférieure, des granules plus développés, nombre et disposition des tubercules interambulacraires, structure de l'appareil apical marqué d'incisions profondes et de petites côtes atténuées, rayonnantes du bord des plaques au centre, forme du péristome) sont

absolument les mêmes. Le peu de largeur de la zone miliare interambulacraire, variable du reste chez les exemplaires du *Salenia prestensis* que nous connaissons, ne nous a pas paru suffisant pour établir une espèce distincte.

Loc. — Placeres de Guadalupe (Chihuahua).

Le *Salenia prestensis* est, en Europe, une espèce caractéristique de l'étage aptien; elle a été recueillie au Rimet près Rancurel, au Fâ, au ravin des Ravix (Isère), dans les couches à Orbitolines, à La Clape (Aude), dans les couches à *Echinospatangus Collegnioi*, à la Presta (Val de Travers).

4. *Holcetypus Castilloi* COTTEAU, 1890 (Pl. I). Espèce de grande taille, circulaire, arrondie au pourtour. Face supérieure élevée, convexe, subconique. Face inférieure plane, concave au milieu. Aires ambulacraires droites, de médiocre largeur, légèrement bombées à la face inférieure surtout aux approches du péristome. Zones porifères à fleur de test sur toute la face supérieure, étroites, formées de petits pores arrondis, séparés par un renflement granu-liforme, disposés par paires serrées et obliques. A la face inférieure, aux approches du péristome, les zones porifères ne paraissent pas s'élargir, et les pores descendent en ligne droite jusqu'à la base, sans se multiplier. Tubercules abondants, peu développés sur la face supérieure, crénelés, perforés, subscrobiculés, formant au-dessus de l'ambitus, dans les aires ambulacraires, quatre ou cinq rangées, et dans les aires interambulacraires, huit ou dix rangées assez irrégulières, dont le nombre diminue au fur et à mesure qu'elles s'élèvent et se rapprochent du sommet. Deux rangées, dans les aires interambulacraires, arrivent seules jusqu'à l'appareil apical. Les deux rangées interambulacraires sont plus régulières et plus accentuées que les autres, surtout à leur partie supérieure. Vers l'ambitus et à la face inférieure, les tubercules sont plus nombreux, plus serrés, plus développés, plus nettement scrobiculés et forment, sur chaque plaque, des séries horizontales plus régulières. Aux approches du péristome, ces tubercules disparaissent et les rangées principales sont seules visibles. Sur la face supérieure, des granules fins, homogènes et disposés en séries horizontales interrompues, accompagnent les tubercules. Vers l'ambitus et dans la région inframarginale, ces mêmes granules sont groupés autour des scrobicules. Péristome circulaire, subdécagonal, s'ouvrant dans une dépression du test, au milieu de la face inférieure. Périprocte médiocrement développé, elliptique, acuminé à ses deux extrémités, placé loin du péristome, à peu de distance du bord postérieur. Appareil apical assez grand, pentagonal, granuleux, muni de cinq

plaques génitales perforées, remarquable par le développement de la plaque madréporiforme, qui est bombée et occupe le milieu de l'appareil. Les pores génitaux, largement ouverts, sont entourés d'un petit bourrelet granuleux. Cinq plaques ocellaires très petites et finement perforées.

Hauteur, 25 millimètres ; diamètre, 53 millimètres.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Cette belle espèce, dont nous connaissons deux exemplaires, est certainement nouvelle et sera toujours facilement reconnaissable à sa grande taille, à sa face supérieure convexe et légèrement conique, à sa face inférieure fortement concave, à son périprocte relativement petit, elliptique, éloigné du péristome et placé près du bord postérieur, à son appareil apical muni de cinq plaques génitales perforées ; sa taille la rapproche de l'*Hoelectypus Meslei* Gauthier, de l'étagé albien du Bou Thaleb (Algérie), mais elle s'en distingue par sa face supérieure conique, au lieu d'être hémisphérique et surbaissée, par sa face inférieure plus concave, par ses pores ambulacraires beaucoup moins abondants autour du péristome, par son périprocte plus développé, plus allongé, placé plus près du bord postérieur, par la structure toute différente des plaques apicales qui, dans ces deux espèces comme dans toutes celles du reste qui appartiennent au terrain crétacé, sont munies de cinq plaques génitales perforées :

Loc. — Jalpa (Jalisco). Très rare.

EXPLICATION DES FIGURES. -- Pl. I, fig. 1, *Hoelectypus Castilloi*, vu de côté ; fig. 2, face supérieure ; fig. 3, face inférieure ; fig. 4, portion de l'aire ambulacraire antérieure et appareil apical, grossis ; fig. 5, portion d'une aire ambulacraire, prise à la face inférieure, grossie ; fig. 6, plaques interambulacraires, prises sur la face supérieure, grossies ; fig. 7, plaques interambulacraires, prises sur la face inférieure, grossie ; fig. 8, péristome.

5° *Enallaster mexicanus* Cotteau, 1890 (Pl. II). — Espèce de taille assez forte, ovale, allongée, échancrée en avant, tronquée verticalement en arrière ; face supérieure renflée, ayant sa plus grande hauteur vers le point correspondant au sommet ambulacraire, obliquement déclive dans la région antérieure, non carénée en arrière ; face inférieure presque plane, déprimée autour de la bouche, légèrement bombée dans l'aire interambulacraire postérieure. Sommet ambulacraire très excentrique en arrière. Sillon antérieur large, assez profond, commençant au sommet, échançant le bord et se prolongeant jusqu'au péristome. Chaque zone porifère, dans l'aire ambulacraire impaire, se compose d'abord, près du sommet, de huit ou dix paires de pores petits, étroits,

homogènes; puis les paires de pores s'espacent, deviennent inégales, et une paire de pores longs et étroits alterne avec une autre paire de pores également longs et étroits, mais beaucoup plus courts. Dans les paires de pores longs, le pore externe est beaucoup plus allongé et accentué que l'autre; dans les paires de pores courts, c'est le contraire qui a lieu, et le pore externe plus fin, plus étroit que l'autre, ressemble à une fente légère et à peine visible. L'alternance existe presque toujours; quelquefois, cependant, deux paires de pores longs se trouvent à côté l'une de l'autre. Chaque paire de pores s'ouvre sur des plaques égales entre elles et parfaitement distinctes dans l'exemplaire que nous décrivons.

Aires ambulacraires paires antérieures à fleur de test, subflexueuses, rapprochées de l'aire ambulacraire impaire, arrondies à leur origine, légèrement infléchies en dehors à leur extrémité; la zone porifère antérieure est étroite, composée de pores très petits, arrondis, plus ou moins rapprochés les uns des autres, s'ouvrant à la base des plaques, disposés par paires écartées et parfois assez irrégulières. La zone postérieure est très large, formée de pores inégaux, les externes étroits, allongés, subvirgulaires, les internes plus arrondis, transversalement ovales. Huit paires de pores de la zone postérieure correspondent à cinq paires de pores de la zone antérieure. Zone interporifère très étroite, égale à peine à la moitié de la zone porifère postérieure, s'élargissant un peu vers l'extrémité qui est ouverte. Aires ambulacraires postérieures courtes, subflexueuses, divergentes, sans que cependant ce caractère soit très prononcé, subanguleuses et presque fermées à l'extrémité. Zones porifères inégales, l'aire antérieure un peu moins large et formée, dans la rangée externe, de pores moins allongés. Zone interporifère très étroite, égale à la moitié à peine de la zone porifère postérieure. Tubercules assez gros, espacés, largement scrobiculés, peu distincts dans notre exemplaire. Péristome très excentrique en avant, mal conservé. Périprocte arrondi, subtransverse, placé au sommet de la face postérieure. Appareil apical bien développé, muni de quatre pores génitaux à peu près à égale distance les uns des autres; la plaque madréporiforme, un peu allongée, pénètre au centre de l'appareil, mais ne dépasse pas les deux plaques génitales postérieures qui se touchent par la base; plaques ocellaires subpentagonales, anguleuses, assez grandes, notamment les deux plaques postérieures.

Hauteur, 25 millimètres; diamètre antéro-postérieur, 40 millimètres; diamètre transversal, 38 millimètres et demi.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Cette espèce fait partie de véritables

Enallaster, auxquels M. P. de Loriol a cru devoir réunir les *Heteraster* d'Orbigny. Aussi se distingue-t-elle très nettement de l'*H. oblongus* par ses paires de pores inégales et placées en dehors de l'alignement interne. Ce caractère, tout en étant apparent dans notre exemplaire, n'est pas très prononcé et prouve une fois de plus que M. de Loriol a eu parfaitement raison de ne faire qu'un seul genre des *Enallaster* et des *Heteraster*. Notre espèce est voisine de l'*Enallaster Delgadoi*, du Portugal, que M. de Loriol a décrit et figuré avec beaucoup de détails. Elle s'en distingue par les pores de l'aire ambulacraire impaire un peu différents : les paires longues ont à peu près la même forme et la même disposition, mais les pores des paires courtes intermédiaires n'ont plus le même aspect; ils sont bien plus inégaux; le pore interne est ovale et le pore externe, beaucoup plus étroit, ressemble à une légère fissure. D'autres différences séparent encore les deux espèces : chez l'*Enallaster mexicanus*, dans les aires ambulacraires paires antérieures, la zone interporifère est relativement moins large; les aires paires postérieures sont moins divergentes, un peu plus allongées et la zone interporifère est aussi plus étroite. Notre espèce se rapproche également de l'*Enallaster Karsteni* P. de Loriol, de Barbacous (État de l'Ecuador, Amérique du Sud); elle s'en éloigne par son sommet ambulacraire moins excentrique en arrière, par les pores de l'aire ambulacraire impaire plus petits, plus étroits et disposés par paires plus serrées, par les aires ambulacraires paires à zones interporifères plus étroites, par des aires ambulacraires postérieures moins divergentes et à zones porifères moins inégales.

Loc. — Colima (province de Colima); Placeres de Guadalupe (Chihuahua). Rare.

EXPLICATION DES FIGURES. — Pl. II, fig. 1, *Enallaster mexicanus*, vu de côté; fig. 2, face supérieure; fig. 3, face postérieure; fig. 4, portion des aires ambulacraires et appareil apical, grossis; fig. 5, portion de l'aire ambulacraire impaire, fortement grossie; fig. 6, portion de l'aire ambulacraire paire antérieure, fortement grossie; fig. 7, portion de l'aire ambulacraire paire postérieure, fortement grossie.

6. — *Lanieria Lanieri* (d'Orbigny) Duncan. M. del Castillo ne nous a communiqué qu'un seul exemplaire, très incomplet, de cette curieuse espèce, mais il est parfaitement reconnaissable à sa forme haute, circulaire, globuleuse, rentrante, et arrondie vers l'ambitus, plane autour du péristome, à son sommet ambulacraire central, à ses zones porifères très droites, linéaires, composées de pores

petits, rapprochés les uns des autres, séparés par un léger renflement granuliforme, à ses plaques ambulacraires serrées, étroites, irrégulières, à ses plaques interambulacraires longues et correspondant à quatre ou cinq paires de pores. Les autres caractères ne sont pas visibles chez notre exemplaire, mais nous n'éprouvons aucun doute sur son identité avec une espèce qu'on rencontre assez abondamment à Cienfuegos (Cuba), dans une couche rapportée avec doute au terrain crétacé.

C'est avec raison que M. Duncan (1), a établi pour cette espèce, placée par nous dans le genre *Echinoconus*, un genre nouveau.

Loc. — San Luis. Très rare.

CONSIDÉRATIONS STRATIGRAPHIQUES

Le *Diplopodia Malbosi*, le *Salenia prestensis*, et aussi *Enallaster mexicanus*, en raison du genre auquel l'espèce appartient, indiquent que la couche qui renferme ces Echinides fait partie du terrain crétacé inférieur, probablement de l'étage aptien. Le *Pseud.Saussurei*, si voisin du *Ps. clunifera*, de l'étage néocomien ou urgonien d'Europe, indique également l'existence d'un terrain crétacé inférieur; il en est de même de l'*Holcotypus Castilloi*, qui, tout en formant un type parfaitement distinct, rappelle, par sa grande taille et son appareil apical muni de cinq pores génitaux, les espèces d'*Holcotypus* du terrain crétacé inférieur ou moyen. Il en est autrement du *Lanieria Lanieri*, provenant d'un gisement différent et appartenant, suivant toute probabilité, à des couches crétacées plus élevées, peut-être même au terrain éocène. Nous appelons toute l'attention de M. del Castillo sur cette dernière espèce, et il serait à désirer que les fossiles associés, ainsi que les observations stratigraphiques, pussent établir, d'une manière certaine, si cette espèce fait partie du terrain crétacé supérieur ou du terrain éocène.

M. DOUVILLÉ, qui a eu entre les mains des Ammonites provenant des mêmes gisements et également communiquées par M. Ant. del Castillo, partage l'opinion de M. Cotteau; peut-être faudrait-il rapporter une partie de cette faune à un horizon un peu plus élevé que l'Aptien.

(1) Martin Duncan, *Revision of the Genera and great Groups of the Echinoidea*, p. 168, 1889.

M. Haug lit la note suivante adressée par M. Kilian :

Je crois devoir rappeler, à l'occasion du récent travail de M. Toucas sur le Jurassique supérieur de l'Ardèche, les faits suivants que j'ai pu constater *dans toute la région delphino-provençale*, qui me semblent indiscutables et dont j'ai, il y a peu de jours encore, pu contrôler l'exactitude dans une excursion entre Aspres-sur-Buech (Hautes-Alpes) et Lus-la-Croix-Haute (Drôme).

Le Tithonique est représenté dans le Sud-Est par ses deux niveaux et est toujours recouvert par le Berriasien tel que l'a défini Pictet. La succession est en général la suivante :

1^o Assise épaisse de calcaires gris massifs et bréchiformes à *Perisphinctes geron*, *Per. colubrinus*, *contiguus*, etc., dont la faune a été caractérisée par moi dans mes dernières publications sur les Basses-Alpes et l'Andalousie (Localités : Beaumugne, Saint-Julien, Sisteron, etc.), C'est le niveau du Diphyakalk ou Tithonique inférieur. Les *Hoplites* y sont encore rares.

2^o Calcaires blancs lithographiques avec bancs bréchiformes, à faune de Stramberg, renfermant déjà quelques espèces considérées comme berriasienues. Les formes les plus caractéristiques sont entre autres : *Hoplites delphinensis* Kil., *Hoplites Callisto* d'Orb. sp., *privasensis* Pict. sp., *Chaperi* Pict. sp., *microcanthus* Opp. sp.; *Holcostephanus pronus* Opp. sp.; *Perisph. transitorius* Opp. sp. (type), *Richteri* Opp. sp, etc., ont ici leur principal développement. Cette assise (1) a été par la plupart des auteurs, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, en grande partie rattachée aux calcaires de Berrias. Cependant, elle est intimement reliée à la précédente et aussi à la suivante par un grand nombre d'espèces communes. Elle est constamment (Claps-de-Luc, La Faurie, Curel, Valdrôme, Séderon, Saint-Julien-en-Beauchêne) et nettement recouverte par :

3^o Calcaires marneux (La Faurie, La Charce, Sisteron, Curel, environs de Chambéry (Apremont), etc., etc.) à faune dite *berriasienne*, sans mélange d'espèces franchement tithoniques, mais contenant également des formes telles que *Phyll. semisulcatum* et plusieurs autres, communes à nos trois assises et se continuant même dans le Néocomien proprement dit. *Hoplites Malbosi* Pict. sp., *Euthymi* Pict. sp., *occitanicus* Pict. sp., *Boissieri* Pict. sp., *curelensis* Kil., *Holcostephanus Negreli* Math. sp. et *ducalis* Math. sp., quoique débutant *sporadiquement*, dans le Tithonique supérieur, y constituent un ensemble faunique à affinités incontestablement crétacées et qui doit être considéré comme la souche des Céphalopodes valan-

(1) Horizon d'Aizy (Isère) et des calcaires à *Pyg. janitor* de la Porte-de-France.

giniens et hauteriviens. *Bel. latus*, *conicus*, *Orbigny* sont assez fréquents à ce niveau ainsi que *Rhynchonella contracta* Pictet. — C'est l'assise des calcaires à ciments de la Porte de France (Isère).

La succession paraît être la même en Savoie, d'après les récentes publications de MM. Hollande et Pillet (v. Annuaire géol., t. IV) et d'après les séries du Musée de Chambéry.

Quel que soit donc le mélange plus ou moins complet d'espèces des horizons nos 2 et 3 à Berrias (1) et dans l'Ardèche, je crois être en droit de considérer comme indéniable l'existence d'une *zone paléontologique distincte de celle de Stramberg* et caractérisée précisément par la plupart des espèces décrites par Pictet dans sa monographie de Berrias, ainsi que par quelques formes spéciales d'*Holcostephanus* (*Holc. ducalis*, *Negreli*, etc., in Matheron et plusieurs espèces nouvelles). Cette zone qui se retrouve en Algérie (Lamoricrière) et en Tunisie, avec les mêmes espèces, a un cachet plus récent que celle de Stramberg et plus ancienne que la zone à *Am. Roubaudi* et *Bel. Emerici* qui lui est superposée et paraît correspondre avec le n° 20 de la coupe des Vans à Berrias de M. Toucas à *Rhynch. contracta* (2), *Bel. conicus*, etc. Qu'elle mérite ou non le nom de Berriasien, cette zone existe réellement et sans mélange en beaucoup de points *au-dessus des couches à faune de Stramberg* (n° 2). De plus, elle marque une phase bien nette dans l'évolution des Céphalopodes et dans la suite des faunes si voisines qui se sont succédées entre le Séquanien et le Valanginien dans les régions à faciès vaseux de la province méditerranéenne.

L'ensemble des trois zones citées plus haut se fait remarquer par l'abondance de certaines formes telles que *Phylloceras semisulcatum* (*ptychoicum*), *Calypso* (= *berriasense*, = *silesiacum*), *Lytoceras Honnorati* (= *municipale*), *Juilleti* (= *sutile*), *quadrisulcatum*, etc., communes au Tithonique, au Berriasien et au Néocomien proprement dit.

Une excursion que je me propose de faire avec M. Toucas à Berrias permettra, sans doute, de faire disparaître le léger désaccord qui règne entre nous. Je me réserve de traiter alors plus en détails cette question, ainsi que de revenir sur l'opportunité qu'il me semble y avoir à rayer de la nomenclature l'étage

(1) La faune présentée par M. Toucas à M. Zittel appartient, pour moi, au Tithonique supérieur (il n'est donc pas étonnant que le savant paléontologiste ait confirmé son identité avec Stramberg) et non à ce qu'on appelle ordinairement le Berriasien. — Il en est de même des faunes de Rovere-di-Velo (étudiée par M. Haug) dans le Tyrol et de Cabra (Andalousie) (partie supérieure).

(2) Espèce berriasienne.

urgonien (v. Annuaire, géol., t. V, p. 361 et suivantes), en attendant le moment où je pourrai livrer à la publicité les nombreux documents que je réunis depuis cinq ans en vue d'une Étude complète du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France.

Le Secrétaire dépose sur le bureau la note suivante :

**Note sur l'Extension des Atterrissements Miocènes
de Bordj-Bouïra (Alger)**

par M. E. Fichet.

Les formations de nature alluvionnaire antérieures à l'époque quaternaire se présentent le plus souvent dans des conditions qui rendent difficile, sinon impossible, un essai de reconstitution de leur extension primitive. Aussi me paraît-il d'un certain intérêt de décrire ici, avec quelques détails, la situation et l'extension approximative d'une vallée miocène, dont les dépôts d'entraînement couvrent encore de grandes surfaces, qu'il m'a été permis de reconnaître dans leur continuité. Je veux parler des terrains caillouteux qui se développent dans la région des Beni-Sliman, à l'est de Médéa, et sur les flancs de la chaîne du Djurjura.

La situation de ces dépôts alluvionnaires entre deux chaînes crétacées, sans aucune relation apparente, du moins dans la presque totalité de leur étendue, avec des terrains miocènes d'origine marine, leur analogie si complète d'allure avec les atterrissements quaternaires, les ont fait considérer tout naturellement par les précédents observateurs, comme devant se rapporter à cette époque quaternaire, caractérisée en Algérie par des phénomènes d'alluvionnement d'une si grande intensité. L'ingénieur Ville, dans ses premières cartes géologiques du département d'Alger (1868), n'établit aucune distinction avec les dépôts quaternaires des grandes plaines. Cette question, du reste, n'a jamais été examinée, d'autant que les recherches des géologues qui ont pu étudier partiellement cette région, se sont portées de préférence sur les terrains crétacés, qui offraient un champ de travail plus attrayant.

Amené à m'occuper de ces terrains dans les études entreprises pour la carte géologique de la Kabylie, et en particulier, de la chaîne du Djurjura, j'ai été frappé de cette accumulation de dépôts caillouteux fortement relevés sur les pentes inférieures de la chaîne, et qu'il m'était difficile de considérer comme quaternaires.

En poursuivant mes recherches vers l'ouest dans la région de Ben-Haroun, j'ai pu constater (déc. 1886) que ces atterrissements, que j'étais porté à regarder au moins comme pliocènes, venaient nettement passer sous les assises argilo-gréseuses de l'étage helvétique (partie supérieure, couches à *Ostrea crassissima*). C'est cette observation, d'une certaine importance, au moins pour la région, que j'ai communiquée à la section de Géologie de l'Association française au Congrès d'Oran (1).

Mes études pour la carte géologique détaillée de la feuille d'Aïn-Bessem m'amènèrent à reconnaître l'extension de ces dépôts vers l'ouest, avec quelques lacunes, qui ne pouvaient me laisser aucun doute sur la continuité. A la suite de mes observations, M. Pomel fut porté à établir une grande analogie entre cette formation et l'existence des lambeaux de terrains rouges, antérieurs à l'Helvétien, qu'il avait observés dans la région des Hassen-ben-Ali. C'est ce qu'il indiquait à la suite de ma communication au Congrès d'Oran. Dans sa *Description stratigraphique générale de l'Algérie* (1889) (2), M. Pomel attribue à cette série de dépôts une place spéciale, en la rattachant au groupe cartennien (étage inférieur du Miocène moyen).

Il devenait, dès lors, intéressant de rechercher les relations de continuité probables entre les deux points extrêmes où ces dépôts avaient été reconnus. M. Pomel a bien voulu me charger de reprendre l'étude de cette formation dans la région de Médéa et de poursuivre vers l'est. Mes observations, faites pendant le mois d'octobre 1889, ont confirmé entièrement l'hypothèse de l'unité de cette formation miocène. La situation de ces dépôts dans une dépression, nettement indiquée entre deux chaînes crétacées, permet de reconstituer, d'une manière assez approchée, les limites de la vallée miocène, dont les courants ont accumulé ces puissants dépôts, et qui est encore tracée sur une étendue de 170 kilomètres. De plus, les altitudes des différents lambeaux permettent de juger de l'influence plus ou moins grande des mouvements orogéniques qui ont affecté la région.

Il me paraît préférable de suivre ces dépôts à partir de leur limite orientale, c'est-à-dire, dans la partie inférieure de la vallée, en remontant vers l'ouest, ou vers l'origine probable.

(1) Ficheur. Sur l'âge miocène des dépôts de transport du Djurjura (Ass. franç., Congrès d'Oran, 1888).

(2) Pomel. *Description stratigraphique générale de l'Algérie*. — Alger. 1889.

1^o PARTIE ORIENTALE. — RÉGION DU DJURJURA

Sur le versant sud du Djurjura, le terrain qui nous occupe constitue la base des contreforts, et se relève depuis la vallée de l'Oued Sahel (alt. moy. 400 m.) jusqu'à une altitude de 900 mètres.

Au point de vue lithologique, la constitution de ce terrain est des plus uniformes. Des conglomérats, dont les éléments sont empruntés à toutes les roches de la région, se superposent avec la plus complète irrégularité, et sont surmontés, sur les points les moins affectés par les érosions, d'argiles limoneuses grises ou rouges, mélangées çà et là de menus débris indiquant leur origine. Les fragments bien roulés de toutes dimensions, sont parfois cimentés par des infiltrations calcaires, dont l'action est très localisée, mais le plus souvent, ils sont distribués en galets et graviers incohérents, accumulés en nappes d'épaisseur variable et irrégulière. Quelques zones limoneuses étroites s'intercalent çà et là dans ces dépôts caillouteux, dont l'aspect est absolument le même que celui de tous les dépôts alluvionnaires de nos vallées à forte pente. Parfois on rencontre, mais très rarement, quelques couches formées de sables plus ou moins grossiers, cimentés en un grès passant au poudingue. On conçoit que les actions des sources minérales se soient traduites par des dépôts travertineux, des imprégnations calcaires qui ont donné visiblement naissance à ces zones durcies de poudingues et grès grossiers.

Les argiles de l'assise supérieure n'existent qu'à l'état de lambeaux très localisés; les érosions puissantes qui ont entamé ce terrain jusqu'à le faire disparaître sur de grandes étendues, ont tout d'abord affecté cette zone argileuse qui ne se montre guère que sur le flanc du ravin des Ouled-Brahim, au nord-ouest de Maillot.

Les ravins, qui descendent des crêtes du Djurjura, entaillent profondément ce terrain et permettent de reconnaître l'inclinaison de quelques couches indiquant l'allure générale, en même temps qu'ils laissent juger de la grande puissance de ces dépôts caillouteux. D'une manière générale, sur tout le versant de la grande chaîne, les strates plongent constamment au nord, vers l'axe de la chaîne, en conservant sensiblement la même inclinaison; plusieurs failles en relèvent le niveau, de sorte qu'elles paraissent constituer par leur superposition des chaînons de près de 500 mètres de hauteur absolue. Il est difficile d'évaluer à moins de 150 mètres la puissance visible de ces conglomérats dans la vallée de l'Oued Adjiba, au-dessus de Tachachit; cette épaisseur est certainement dépassée

en quelques points, et de plus, on ne voit pas le substratum, caché par les alluvions de l'Oued Sahel. Quant au terrain limoneux, il se montre encore sur 50 mètres au moins en face des Ouled-Brahim ; c'est donc une puissance de plus de 200 mètres que l'on peut donner comme un minimum à cette formation alluvionnaire.

Tout cet ensemble, du moins en ce qui concerne le versant du Djurjura, est affecté d'une inclinaison moyenne de 25° au N.-N.-O ; sa situation sur les contreforts indique que le terrain a participé au dernier mouvement orogénique qui a donné à la chaîne son relief actuel.

Ces dépôts conglomérés ou limoneux présentent fréquemment une coloration rouge, parfois très intense, dont la teinte tranche nettement sur toutes les formations voisines. Cet aspect rutilant est surtout bien marqué dans les collines des Cheurfa, en face de Beni-Mansour, ainsi que sur les rives de l'Irzer Ouakour ; les désignations de Kef, de Coudia-el-Amar (le rocher, la colline rouge), sont fréquentes dans les mamelons constitués par ce terrain.

Une telle analogie de constitution rend souvent difficile la séparation de ce terrain d'avec les alluvions quaternaires dont les éléments caillouteux ne sont parfois que des remaniements de ces dépôts miocènes. La situation orographique et surtout l'inclinaison des couches restent le seul guide pour établir cette séparation. Dans les plaines alluvionnaires du Hamza, d'El-Esnam, la dénivellation du sol indique d'une manière très nette l'extension des vallées quaternaires, et dans les coupures des ravins, on observe le ravinement des atterrissements anciens plus ou moins inclinés, et recouverts par des nappes horizontales. Dans cette région du moins, les alluvions quaternaires les plus anciennes ne paraissent pas avoir subi de relèvement. On conçoit cependant que sur les pentes des vallées actuelles, et sur les flancs des collines, les conglomérats miocènes ont été remaniés, et qu'il est téméraire d'affirmer que telle partie superficielle appartient ou non aux dépôts quaternaires.

Jusqu'alors il reste à regretter que nos recherches de débris fossiles soient restées infructueuses. M. Pomel a lui-même exploré soigneusement les tranchées du chemin de fer aux abords de Bouira, sans plus de succès.

Cette formation se présente aussi complète que possible au voisinage du village de Maillot, et il est facile de se rendre compte de son importance en suivant le sentier qui s'élève vers Tala-Rana et le Tamgout de Lella-Khedidja. Je renvoie à ce sujet à la coupe que j'ai donnée dans la note citée ci-dessus. La zone miocène présente en ce point une largeur de 5 à 6 kilomètres ; les parties

inférieures disparaissent sous la plaine d'alluvions limoneuses de l'Oued-Sahel; le substratum n'est pas visible; au nord, ce terrain vient s'adosser par faille au système argilo-gréseux des couches à fucoïdes (Eocène supérieur, étage inférieur). Cette faille est bien nette dans la vallée de l'Oued Beni-Ouakour, un peu au nord du village d'Iril-Hammad. Cette bande, limitée au versant sud du Djurjura, et bornée par la vallée de l'Oued-Sahel, se poursuit vers l'est en diminuant d'amplitude, en même temps que son niveau supérieur s'abaisse. La route de Beni-Mansour au col de Tirourda, suivant l'Oued-Tixiriden, permet de juger de la puissance de ces dépôts fortement colorés qui atteignent 850 mètres à Selloum. Sur le contrefort d'Akbou, ce terrain ne se relève plus qu'à 500 mètres; sa largeur ne dépasse guère 2 kilomètres. On le voit se prolonger en pointe et se terminer presque au niveau de la vallée à peu de distance au sud du débouché de l'Irzer-Amokran. Le substratum n'a pas changé sur la bordure nord.

Cette limite, au-delà de laquelle je n'ai pu reconnaître aucune trace de ces dépôts, ne se trouve qu'à 5 kilomètres du défilé de Takriets, où se montre sur la rive droite de l'Oued-Sahel, immédiatement au débouché du pont, un lambeau de grès grossiers et poudingues avec nombreux fragments d'huîtres épaisses. Je n'ai aucune hésitation à rattacher cet îlot miocène à l'étage cartennien (Langhien), dont les dépôts se prolongent dans la dépression de la vallée inférieure de l'Oued-Sahel jusqu'à l'embouchure. L'absence de toute relation directe contre ce lambeau cartennien et les conglomérats alluvionnaires que nous venons de suivre empêche de préciser les rapports de ces deux formations. Cependant, il me paraît infiniment probable, eu égard à la situation relative, d'un côté de la zone alluvionnaire, de l'autre du golfe cartennien, dont les limites dans la vallée Oued-Sahel sont nettement circonscrites, que ces deux séries de dépôts sont de formation contemporaine. La vallée miocène, si nettement indiquée, aurait eu son embouchure entre ces deux points si rapprochés, du défilé de Takriets à l'Irzer-Amokran. Il est, en tous cas, bien certain qu'au-delà, à partir de la limite indiquée pour le Miocène marin, il n'existe aucune trace des dépôts alluvionnaires anciens, analogues à ceux que nous venons de suivre. Cette coïncidence est au moins très remarquable bien que, en présence d'érosions, si manifestes dans la région, il soit prudent de rester sur la réserve dans une pareille affirmation.

A l'ouest de Maillot, nous voyons ce terrain passer sur la rive droite de l'Oued Sahel, à partir d'El-Adjiba, et tandis qu'il continue à former, au nord, les contreforts boisés des Beni-Yala, il se déve-

loppe au sud en une région de collines peu accidentées s'étendant au sud d'El-Esnam. La double ligne d'ondulations, entre lesquelles serpente l'Oued Eddous en aval de Bordj-Bouïra, est entièrement constituée par ces dépôts caillouteux; les sommets dominent la vallée de 150 à 200 mètres. De vastes nappes quaternaires, d'une époque ancienne, ont remanié ces atterrissements miocènes, et donné naissance à la plaine du Hamza, au nord, et à celle de d'El-Esnam, au sud, dont l'altitude moyenne est de 530 à 560 mètres. Les tranchées du chemin de fer, à Drâ-el-Attach, à 6 kilomètres à l'est de Bouïra, entament la plate-forme quaternaire et les atterrissements miocènes. — La limite sud passe vers le Marabout de Sidi-Rhaled et Aïn-Tiziret, et le terrain se prolonge en continuité au Djebel Kandàra. Le substratum sur toute cette bordure est formé par les argiles et grès du Gault.

A. BRANCHE DU NORD-OUEST. — Au nord de la plaine du Hamza, une zone de collines à l'aspect rougeâtre, dont le point culminant, le Kef Tekouka, atteint 781 m., est encore constituée par le même terrain caillouteux, qui repose au nord sur une zone étroite de Gault, à l'ouest sur le Sénonien. La vallée de l'Oued Rekham entaille profondément le terrain sénonien et sépare la crête de Tekouka du Drâ Ikrelief (Coudiat-el-Babor de la carte d'Etat-major au 50,000^e). Les conglomérats miocènes ont, sur cette croupe fortement colorée, une puissance de près de 150 mètres; ils alternent dans les parties supérieures avec des couches limoneuses. L'ensemble, incliné au nord-ouest, vient passer sous les marnes et grès du terrain helvétique (assise supérieure à *Ostrea crassissima*) du bassin de Ben-Haroun. J'ai donné à ce sujet deux coupes auxquelles je renvoie (1); je ferai observer que la désignation que j'ai appliquée de Drâ Sidi-Khelef, d'après l'ancienne carte au 200,000^e, est une interprétation modifiée de l'appellation que je donne ci-dessus d'après les indigènes. En suivant le sentier qui descend sur la rive droite du Chabet Ikrelief, on peut reconnaître très nettement la zone de contact des deux terrains et constater que les couches rouges ont été démantelées avant la formation du bassin helvétique. Le terrain descend jusqu'à l'Oued-Djemà. Sur la rive droite de cette vallée, il n'est représenté que par des lambeaux qui paraissent au milieu des marnes helvétiques, dont ils sont bien reconnaissables par leur coloration rouge et leur nature caillouteuse, différente de celle des poudingues bien lités qui s'intercalent çà et là dans les grès helvétiques. Au nord d'Aomar,

(1) Loc. cit. fig. 2 et 3.

la première ligne de collines (451 m.) permet de suivre la trace de ces dépôts alluvionnaires, et de reconnaître qu'ils ont été démantelés, puis entourés et recouverts sur les flancs par les marnes du terrain helvétique. Les derniers lambeaux ne s'éloignent guère vers le nord-ouest, et rien n'indique au-delà, à la surface des formations éocènes qui se montrent à découvert, que ces apports caillouteux se soient prolongés dans cette direction.

J'estime que l'on peut considérer cette zone d'Aomar comme le produit d'un affluent séparé de la vallée principale par le massif crétacé du Djebel Hellala (1032 m.) qui paraît avoir formé barrière à une époque antérieure, dès le début des formations éocènes de la région.

2° PARTIE CENTRALE.—RÉGION DES ARIB ET DES BENI-SLIMAN.

A l'ouest de Bouïra, les atterrissements miocènes se réduisent peu à peu à des nappes, d'une largeur assez faible, puis à des lambeaux, qui s'échelonnent au nord et au sud de cette longue dépression connue sous le nom de plaine des Arib, à laquelle succède la plaine des Beni-Sliman.

A. PLAINE DES ARIB. — La zone du terrain miocène qui s'étend à l'ouest de Bouïra se partage en deux bandes qui s'écartent de chaque côté de la vallée de l'Oued Lekal pour s'élever sur les collines, tandis que le substratum crétacé, Gault, Cénomanién, Sénonien, se montre de plus en plus à découvert.

Suivons d'abord la bande méridionale. Le Djebel Kandara, au sud d'Aïn-bou-Dib, montre encore ces atterrissements caillouteux rougeâtres sur une grande puissance : la base se trouve à une altitude supérieure de 80 mètres à celle de la petite plaine d'Aïn-bou-Dib. A l'ouest, séparé des mamelons précédents par la coupure de l'Oued Lekal, le Drâ-el-Amar, point culminant (773 m.) des collines du sud-est d'Aïn-Bessem, montre une belle croupe rutilante, qui sert de trait d'union avec les lambeaux qui se prolongent sous le village des Trembles, et se relèvent sur les premiers contreforts de la chaîne d'Aumale. A partir de cet îlot, les alluvions quaternaires viennent directement couvrir le pied des chaînons crétacés ; les accumulations caillouteuses, dont elles se composent, semblent indiquer qu'elles ont emprunté en grande partie leurs éléments aux atterrissements miocènes démantelés. Il faut aller, sur cette bordure sud de la plaine des Beni-Sliman, jusqu'à Sidi Ras-Ali, à 19 kilomètres dans l'ouest, pour retrouver le premier témoin incontestable des dépôts rouges miocènes.

La zone du Nord est plus importante. Tout d'abord, ce terrain ne

forme, au nord d'Aïn-bou-Dib, qu'une plate-forme faiblement mamelonnée, recouvrant le Sénonien, entamé par tous les ravine-ments; cette nappe caillouteuse se maintient à une altitude moyenne de 700 mètres, et disparaît sur le flanc des collines plus élevées, couronnées par les lambeaux de grès et argiles schisteuses de l'Eocène supérieur.

Au nord et à l'est d'Aïn-Bessem, on ne trouve plus que des lambeaux isolés, faisant face à ceux que nous remarquons au sud, dont ils sont séparés par la dépression que forme la plaine quaternaire (1). Toute cette région, à faibles ondulations, présente l'allure d'un vaste plateau que les érosions ont affouillé, mettant à découvert la série des terrains crétacés, après l'ablation presque totale de la couverture d'atterrissements miocènes. On ne peut expliquer autrement que comme le fond d'une large vallée l'existence d'un petit plateau d'une remarquable uniformité, qui s'étend au nord de Bir-Rabalou sur 4 à 5 kilomètres de chaque côté, avec une altitude moyenne de 723 mètres. Les marnes du Sénonien se montrent à découvert sur toute cette surface; elles sont recouvertes sur quelques points par des trainées caillouteuses qui forment au nord du plateau le couronnement des collines qui le dominent, telles que le Coudiat-el-Amra. A peu de distance au nord, dans la vallée supérieure de l'Oued-Soufflat, ces atterrissements rouges se trouvent à un niveau un peu inférieur (640^m); mais ils se relèvent sur les pentes du massif gréseux (Eocène supérieur) du Djebel-Maghraoua, qui semble avoir formé la limite de ces dépôts.

En résumé, la continuité de chacune des zones au nord et au sud de la plaine des Arib est incontestable; et il n'est pas téméraire de supposer que toute la zone intermédiaire occupée par la dépression quaternaire a été primitivement nivelée par les eaux miocènes: ce qui donne à la vallée une largeur de 15 à 16 kilomètres à la hauteur des Trembles.

B. PLAINE DES BENI-SLIMAN. — Au nord de la plaine quaternaire, qui n'est séparée de la plaine des Arib que par la vallée de l'Oued-Zeroua, le terrain miocène, que nous suivons, occupe une zone importante, qui, par sa largeur et la puissance de ses dépôts, est comparable à ce que nous avons observé dans le Djurjura.

Sur le flanc sud-ouest de Djebel-Maghraoua (934^m), ces atterrissements viennent s'appliquer contre les grès éocènes jusqu'à la cote 821; ils présentent une coloration rouge très accentuée. A la bor-

(1) La carte géologique détaillée (Feuille d'Aïn-Bessem), qui sera publiée par le Service géologique de l'Algérie, sera, à cet égard, des plus instructives.

dure sud, ce terrain repose sur les argiles noires du Gault, ou sur les calcaires du Cénomanien. Les couches inférieures, que l'on peut observer dans le fond des ravins, sont grisâtres; la nature et la disposition des débris indiquent un affouillement superficiel des couches du Gault, les fragments de grès sont à peine roulés, les minces feuillets argileux ont été à peine remaniés. Au-dessus, les conglomérats caillouteux dominant, intercalés de zones limoneuses rougeâtres, distribués irrégulièrement et sans lignes de séparation bien nettes. L'épaisseur de ces dépôts ne peut être évaluée à moins de 150 mètres; la largeur de cette zone, de 3 à 4 kilomètres, se maintient vers l'ouest. Au nord, ce terrain est relevé sur le flanc du Sénonien qui forme la crête de Sidi-Bronni (883^m), et qui, probablement, présentait une barrière à la vallée.

Le terrain présente une faible inclinaison vers l'ouest et, dans la vallée de l'Oued-Zeroua, les parties inférieures s'abaissent à 450 m. d'altitude. La route d'Alger à Aumale traverse ce terrain sur une largeur de 4 kilomètres environ, à partir de l'auberge de Mezoubia. Les escarpements de la rive gauche de l'Oued-Zeroua montrent la superposition de ces conglomérats rouges sur une grande épaisseur; au Kef-ben-Amar, dominant la vallée de plus de 120 mètres, les couches sont nettement inclinées au sud, et le substratum n'est pas visible. A un niveau de 25 à 30 mètres au-dessus de la vallée, principalement au débouché des affluents, on peut suivre les terrasses quaternaires, dont les nappes horizontales s'appliquent contre les alluvions miocènes.

On suit ce terrain vers l'ouest, toujours avec une puissance comparable, et une largeur assez constante, et on le voit se relever pour constituer toute la masse du Djebel-Scheiff (857^m). Au sud, la plaine quaternaire se prolonge avec une altitude moyenne de 560 à 600 mètres formant une dépression bien marquée de 5 à 8 kilomètres de large.

Dans les berges de l'Oued-el-Malah, branche-mère de l'Isser, on retrouve ces atterrissements miocènes, couronnés à un niveau supérieur de près de 100 mètres sur la rive gauche par les alluvions quaternaires, tandis que la rive droite est dominée par les collines miocènes (748^m). La disposition en nappes horizontales ou faiblement inclinées reste le seul guide pour la distinction des apports quaternaires, qui, du reste, dans cette partie, correspondent assez nettement à l'extension des vallées actuelles.

3^e PARTIE OCCIDENTALE. — RÉGION DE MÉDÉA ET DES HASSEN-BEN-ALI.

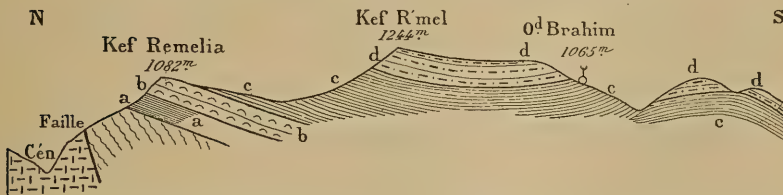
La zone de plaines et de collines que nous venons de suivre se termine à l'ouest au pied du Djebel-Msalla, qui se rattache au massif de Médéa. Nous nous trouvons en présence d'une grande extension des dépôts miocènes marins, dont la position stratigraphique (Helvétien supérieur) a été depuis longtemps nettement indiquée par M. Pomel. Ce terrain repose au nord sur le Céno-manien, avec lambeaux de Gault, et au sud, il recouvre des couches rapportées à l'étage rhodanien (1).

La situation de ce massif helvétien nous permet de constater, d'une manière plus étendue que dans la région de Ben-Haroun, les relations qu'il présente avec les atterrissements caillouteux, dont nous suivons la continuité. Il convient de résumer auparavant la succession des couches de l'étage helvétien dans la région.

La coupe suivante, prise dans la partie nord du massif des Hassen-ben-Ali, donne la succession la plus complète :

Fig. 1.

Coupe du Kef-Remelia, à 7 kil. à l'est de Hassen-ben-Ali.

— Echelle des long. $\frac{1}{100.000}$: haut. triplées —

HELVÉTIEN	d. Grès et poudingues en bancs bien stratifiés, couches souvent friables; fossiles rares, fragments d' <i>Ostrea crassissima</i> Lmk., ép.	80 ^m
	c. Marnes argileuses grises, intercalées irrégulièrement de lits gréseux. <i>O. crassissima</i> dans les parties supérieures, ép.	200 ^m
	b. Grès et poudingues, formant escarpement, renfermant <i>Tellina planata</i> , <i>Panopæa</i> cf. <i>Menardi</i> , <i>Pholadomya</i> sp., ép.	60 ^m
	a. Marnes argileuses grises avec <i>Ostrea crassissima</i> , <i>O. Velaini</i> Mun.-Ch., <i>O. Chicaensis</i> Mun.-Ch., etc., ép.	20 à 30 ^m
	A. Argiles rouges avec menus débris roulés; Cén. Cénomanien, marnes et calcaires.	

La puissance maxima de l'étage helvétien est d'environ 400 mètres.

(1) Pomel. *Description stratigraphique générale de l'Algérie*, 1889, p. 64.

L'assise *c* est la plus importante et la plus constante ; les assises *a* et *b* paraissent localisées ; quant à l'assise *d*, elle se montre en couronnement, et paraît constituer le dernier terme de la formation. — L'allure générale est celle d'un pli synclinal largement étalé ; les couches se relèvent avec une plus forte inclinaison au sud, au Djebel-Mahouada, sur le flanc duquel on observe la même succession, sous des épaisseurs différentes.

Les lambeaux extrêmes de ce terrain se montrent sur le flanc est de la montagne qui porte le nom de Grebissa (1024^m), sommet culminant à l'est des Beni-bou-Yacoub. Le terrain n'est représenté ici que par des marnes argileuses intercalées de grès, avec *O. crassissima* abondants ; ces marnes se distinguent d'une manière absolue de tous les terrains avoisinants.

Les conglomérats rouges de notre formation, que nous avons suivis jusqu'au-delà de l'Oued-el-Malah, viennent se relever pour former le couronnement du sommet de Grebissa, autour duquel les lambeaux helvétiques, formant une simple couverture, viennent s'appliquer jusqu'au premier mamelon nord (1023^m). La superposition des deux formations est absolument nette sur les flancs de l'Oued-Kerrouba, qui limite cette montagne à l'ouest.

En remontant au nord de la vallée de l'Oued-Kerrouba, on traverse un lambeau de terrain helvétique recouvrant les poudingues rouges, qui sont ici assez nettement stratifiés, et inclinés d'environ 15° au sud. Les poudingues rouges viennent s'appuyer sur le Crétacé (Cénomaniens) ; on les suit de chaque côté de la vallée ; dans les parties supérieures, ils sont recouverts par des argiles rouges à stratification indistincte, mélangées de menus débris de roches crétacées ; ce terrain se relève à l'altitude de 1116^m, et vers l'ouest, on le voit disparaître sous l'Helvétien qui culmine à 1193^m et qui le déborde pour s'étendre sur le Crétacé. Ce n'est qu'à 6 kilom. à l'ouest que nous verrons reparaître ce terrain rouge dont la situation est intéressante.

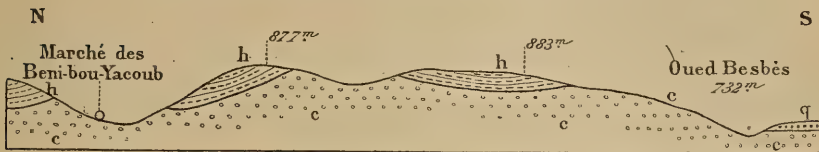
Cette vallée de l'Oued-Kerrouba, sur laquelle je tiens à insister, nous donne à constater deux faits qui ont leur importance : 1° le passage des atterrissements caillouteux des collines des Beni-Sliman à des poudingues nettement stratifiés ; 2° la superposition à ces poudingues, d'argiles rouges mélangées de menus débris, graviers ou petits galets d'origine alluvionnaire.

A partir de l'Oued-Kerrouba, chez les Beni-bou-Yacoub, le terrain helvétique prend tout son développement, constituant la ligne ondulée du Djebel-Msalla (1278^m), et le plateau des

Ouled-Brahim (1). Les atterrissements miocènes se montrent en lambeaux dans les ravins et sur les pentes inférieures, mais disparaissent complètement sur le flanc est du Djebel-Mahouada. Sur les collines qui bordent l'Oued-Besbès, ces dépôts caillouteux ont une grande puissance; le substratum n'est pas visible dans le fond de la vallée, et on les voit s'élever jusqu'à 979 mètres d'altitude. Çà et là des lambeaux de marnes helvétiques couronnent ces dépôts; par suite des plissements et de petites failles, ces témoins helvétiques peuvent se trouver à un niveau bien inférieur à celui du terrain caillouteux, qui paraît à première vue en superposition. La coupe suivante montre la disposition relative des deux terrains :

Fig. 2.

Coupe de l'Oued-Besbès au marché des Beni-bou-Yacoub.



Échelle des long.: $\frac{1}{60.000}$ haut. triplées.

- c. Dépôts caillouteux miocènes.
- h. Marnes argileuses de l'étage helvétique.
- q. Atterrissements quaternaires.

Au nord du marché, les atterrissements rouges se montrent encore dans les dépressions, autour du village de Madalha, en particulier, et percent les marnes helvétiques en bien des points reconnaissables à distance. Ces marnes sont les prolongements très atténués de l'assise *c*; on y rencontre fréquemment *Ostrea crassissima*, principalement au contact du substratum caillouteux.

Ces atterrissements disparaissent complètement sur le flanc du double massif du Djebel-Mahouada et du Kef-R'mel.

Sur la bordure nord, ces atterrissements sont constitués par les argiles rouges déjà signalées, et qui reparaissent au Kef-Djibs (Ouled-Saâdi). Cette zone argileuse présente une bande continue, parfois étroite, formant le flanc de l'escarpement que couronne l'assise *b* des grès et poudingues helvétiques. Sur le flanc du Kef-Remelia (1087m) qui porte le nom de Kef-el-Ameur, mieux appliqué qu'à celui qui est désigné ainsi sur la carte d'État Major, les argiles rutilantes présentent de grands ravinements, et se montrent sur

(1) Voir la Carte d'Etat-Major au 50,000^e, feuille de Médéa.

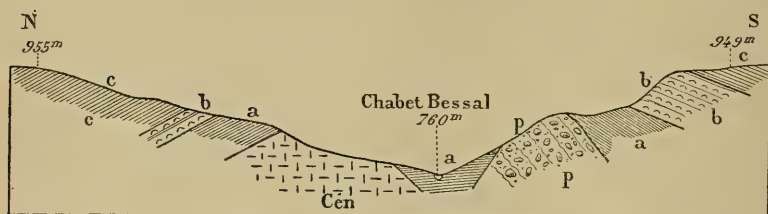
une épaisseur de plus de 100 mètres (Voir la fig. 4). C'est l'escarpement remarquable que l'on distingue si bien du village d'Hassen-ben-Ali; c'est le même que l'on aperçoit au commencement de la montée de la route de la Chiffa à Médéa par la coupure de l'Oued-Ouzera. Les argiles rutilantes, appliquées par faille contre le Céno-manien, sont traversées de minces filonnets de gypse, et montrent nettement leur discordance avec les marnes helvétiques de l'assise d.

Sur les pentes assez abruptes de ces argiles, on rencontre des fragments d'*Ostrea*, provenant incontestablement des couches helvétiques, mais qui avaient pu faire préjuger d'une origine marine pour ces couches rouges, que je ne puis séparer de la formation alluvionnaire.

A l'ouest de Hassen-ben-Ali, sur la rive gauche du Chabet-Bessal, cette formation est bien marquée par une zone étroite de conglo-mérats rouges, à peine cimentés, qui reproduisent le faciès général du terrain. Cette zone démantelée est recouverte sur les deux versants par les marnes helvétiques a, ainsi que l'indique la coupe suivante :

Fig. 3.

Coupe prise à 3 kilom. à l'ouest d'Hassen-ben-Ali.



Echelle des long. $\frac{1}{25,000}$: haut. doublées.

Cén. Céno-manien. Marnes et calcaires.

p. Conglomérats rouges, miocènes.

HELVÉTIEN { a. Marnes grises à *Ostrea Velaini*, *O. Boblayei*.
 b. Grès à bivalves.
 c. Marnes argileuses et grès.

Cette bande étroite de conglomérats rouges reparait encore sur la rive gauche de l'Oued-Sidi-Charaoui, reposant sur le Céno-manien, mais elle se perd sous les marnes helvétiques au sud de Damiette, presque sous le méridien de Médéa. En remontant le ravin que je viens de citer, on peut suivre, par quelques lambeaux de très minime importance, la trace de ce terrain rouge, indiquant la continuité avec le lambeau important qui se montre au 18^e kilomètre de la route de Médéa et s'étend sur le flanc ouest vers Ben-Chicao.

En résumé, dans cette région, nous trouvons une démonstration complète de l'antériorité de notre terrain aux dépôts helvétiques ; de plus, nous rattachons à la même formation les argiles rouges de la bordure nord. Mais de ce côté, pas plus que dans l'Est, nous ne trouvons d'indication précise au sujet d'une limite inférieure, qui puisse circonscrire l'âge de ces dépôts.

D'après les renseignements fournis par M. Pierredon, attaché au Service géologique de l'Algérie, M. Pomel avait cru pouvoir considérer ces dépôts comme postérieurs au terrain cartennien, en établissant l'analogie avec ceux du Djebel-Rethal, au sud de Berrouaghia.

Ce point était intéressant à vérifier ; mes observations n'ont pas confirmé l'assertion émise, à la suite d'un examen un peu superficiel, par M. Pierredon.

Le Djebel-Rethal présente une masse culminante (1239^m), presque entièrement isolée, à 8 kilomètres au sud de Berrouaghia. Toute la partie supérieure est formée par une puissante accumulation de débris de toute dimension, presque tous anguleux ou à peine roulés, parmi lesquels dominent les quartzites du Crétacé inférieur. Des fragments calcaires se montrent avec des angles à peine émoussés, au milieu de débris ténus, le tout distribué sans aucun ordre. Cette accumulation ne présente en rien l'aspect d'un dépôt alluvionnaire, et diffère absolument de toute la série des conglomérats caillouteux que j'ai suivis dans la description qui précède. Le sol est jaune rougeâtre, ou d'une teinte brune qui tranche nettement sur les couches de marnes grises que j'attribue, par analogie, au Sénonien ; la surface de contact est sensiblement horizontale ; quelques lignes de séparation en nappes, d'épaisseur très irrégulière, semblent indiquer une inclinaison vers l'est. La puissance de ces dépôts peut être estimée à 120 mètres au moins.

On voit nettement sur le flanc des ravins latéraux que ces dépôts n'ont pas été réglémentés par des courants torrentueux : leur aspect amène plutôt à penser que c'est le produit du comblement d'une cuvette par des matériaux provenant de points très rapprochés. Autant que j'ai pu en juger du sommet, cette masse m'a paru isolée, et sans prolongement vers l'est.

Sur le flanc est, viennent s'appliquer contre ce terrain une série de couches rigides bien stratifiées, inclinées à 35° au N.-E. Des grès à bancs d'*Ostrea*, des poudingues, surmontés de marnes, puis de nouvelles couches de grès et de marnes constituent cette formation qui présente le faciès du terrain cartennien, et dans laquelle M. Pierredon a recueilli une faune intéressante. Ces couches se maintiennent sur le flanc est ; l'arête qu'elles forment se trouve,

dans sa partie la plus élevée, à 60 ou 80 mètres au-dessous du sommet du Djebel-Rethal. Il est évident qu'au voisinage de la zone de contact, des fragments de ces grès et poudingues démantelés se trouvent épars à la surface du terrain rouge et paraissent mêlés aux divers débris qui le constituent; c'est ce qui avait fait penser que les amas caillouteux, renfermant des débris de roches cartenniennes, étaient de formation postérieure.

Ce dépôt est évidemment antérieur au Cartennien; mais il ne s'ensuit pas que l'on doive considérer comme contemporains les conglomérats des Beni-bou-Yacoub. L'origine me paraît absolument différente, et d'autre part, ces deux zones sont séparées par la chaîne crétacée du Djebel-Sabbah.

Il y a lieu de rechercher ici si ces deux séries de dépôts sont, par des lambeaux, en relation vers l'est par la dépression de l'Oued-Melban; des études détaillées avec les cartes au 50000^e, permettront seules de trancher la question.

Je laisserai donc de côté ces dépôts du Djebel-Rethal, pour ne considérer que l'ensemble de la formation étudiée ci-dessus.

4^e RÉSUMÉ. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Dans la rapide description qui précède, nous avons suivi sur une grande étendue une formation puissante, présentant d'une extrémité à l'autre des caractères identiques, et dont les dépôts présentent une analogie tellement complète avec les alluvions quaternaires de nos vallées actuelles, qu'il est impossible de ne pas les considérer comme le produit d'apports et d'entraînements par les eaux courantes. Nous nous trouvons en présence d'une vallée miocène, et nous suivons les traces d'un fleuve dont les eaux ont pu accumuler des dépôts alluvionnaires de plus de 200 mètres d'épaisseur. Cette vallée est nettement tracée depuis le méridien de Médéa jusqu'à l'Irzer-Amokran, c'est-à-dire sur une étendue de 170 kilomètres de l'ouest à l'est, et il est hors de doute que son origine remontait au-delà vers l'ouest. La zone occupée est sensiblement orientée dans une direction constante; elle présente une largeur de 14 kilomètres à la hauteur de Bouïra; cette largeur devait probablement atteindre 16 à 17 kilomètres un peu à l'ouest du méridien d'Aïn-Bessem.

Cette vallée est antérieure à l'époque de la formation des dépôts helvétiques de la région de Médéa et de Ben-Haroun, c'est-à-dire à l'Helvétien supérieur; il est incontestable que les dépôts caillouteux étaient déjà démantelés par les érosions, et fortement ravinés, avant que les sédiments marins fussent venus les recouvrir.

Bien que les relations directes avec le Cartennien ne puissent être établies, je m'appuie sur les raisons stratigraphiques que j'ai développées plus haut pour admettre jusqu'à indication contraire que les dépôts de cette vallée sont contemporains de la formation marine du Cartennien (Langhien). Il est au moins remarquable de constater l'absence de dépôts marins de cette époque dans toute la zone occupée par les atterrissements.

Il est à regretter qu'aucun débris fossile n'ait été rencontré jusqu'alors dans ces dépôts, qui, du reste, ne se prêtent guère, par leur nature, à la conservation de fragments organiques; l'avenir, je l'espère, présentera des conditions favorables aux recherches, par l'ouverture de travaux de colonisation.

L'orographie semble démontrer que le courant de cette vallée était dirigé vers l'est; les altitudes successives auxquelles nous trouvons ces dépôts paraît l'indiquer. La dépression suivie par ce fleuve miocène était limitée par deux chaînes importantes; au nord, l'Atlas de Blida et de Tablat, prolongé par le Djurjura; au sud, la chaîne qui s'étend de Berrouaghia à Aumale, et se prolonge vers les Biban. Du point culminant du mamelon de Ben-Chicao (1320^m), la vue distingue nettement cette longue dépression, avec la chaîne du Djurjura comme fond de tableau.

Nous voyons ces atterrissements à une altitude de plus de 1110 mètres, sur le flanc du Djebel-Msalla, puis en poursuivant vers l'est, nous trouvons 844 m. au Djebel-Scheiff, puis seulement 450 à 600 mètres dans la vallée de l'Oued Zeroua. Cette vallée paraît correspondre à une zone d'affaissement, au-delà de laquelle le terrain miocène se relève à 821 m.; dans ses divers lambeaux au nord et au sud de la plaine des Arib, l'altitude moyenne se maintient vers 700 mètres, puis s'abaisse constamment et d'une manière régulière vers l'est, en suivant la vallée actuelle de l'Oued-Sahel. Le relèvement sur le flanc du Djurjura correspond aux derniers mouvements d'émersion qui ont affecté cette chaîne. A la limite extrême, l'altitude de ce terrain ne dépasse pas 300 mètres. En résumé, en dehors du plissement de l'Oued-Zeroua, on voit que toute cette région a été peu influencée par les mouvements orogéniques qui se sont produits depuis cette époque, et qui ont si fortement exhaussé l'Helvétien dans la région de Médéa.

A l'époque quaternaire, de nouvelles vallées ont occupé cette longue dépression, ainsi que l'indiquent les larges plaines, dont les dépôts caillouteux et limoneux ont été formés, en majeure partie, aux dépens des atterrissements miocènes. Une première vallée, à l'ouest, me paraît avoir été l'origine de la vallée actuelle de l'Oued-

el-Malah, branche-mère de l'Isser. D'autres vallées, plus ou moins orientées de l'ouest à l'est, ont donné naissance aux plaines des Beni-Sliman et des Arib. Les vallées actuelles coupent ces plaines transversalement, et le creusement de leur lit a eu pour effet l'ablation des premiers dépôts quaternaires et l'affouillement du substratum crétacé, parfois sur de grandes surfaces, comme on l'observe à l'ouest de Bir-Rabalou.

Les plaines d'Aïn-Bessem et d'Aïn-bou-Dib, séparées par un faible étranglement produit par les roches calcaires du Cénomanien, me paraissent avoir été formées par les alluvions d'un ancien affluent de l'Oued-Lekal ; elles sont manifestement continuées par la plaine du Hamza, zone alluvionnaire ancienne de 4 kilomètres de largeur. Ces dépôts encore horizontaux ont été ravinés par les vallées actuelles, transversalement, tandis que la vallée principale de l'Oued-Lekal s'est creusée un lit dans les sédiments miocènes. Au delà, à partir d'El-Adjiba, la vallée de l'Oued-Sahel a suivi le pied des contreforts miocènes du Djurjura, en laissant sur sa rive gauche des témoins des niveaux successifs jusqu'à la vallée alluvionnaire récente, d'une largeur de 3 à 4 kilomètres.

En résumé, la vallée miocène que nous venons de suivre en partie pouvait avoir une largeur comparable et supérieure à la vallée actuelle du Chélif, dans ses plaines les plus vastes, en aval d'Orléansville. On n'en reste pas moins étonné de la puissante accumulation de débris que ce fleuve a produits sur son parcours.

Séance du 14 Avril 1890

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND

M. Thiéry, Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membre de la Société : LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE DE GRENOBLE, présentée par MM. Kilian et Bergeron et annonce une présentation.

Le Président fait part à la Société du décès de M. HÉBERT, dont il retrace en quelques mots la carrière scientifique, et de MM. Mizzi et DE LA MOUSSAYE.

Le prince **Roland Bonaparte** offre à la Société les trois derniers ouvrages qu'il vient de publier et s'exprime ainsi :

« Les trois ouvrages que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à la Société ne sont pas spécialement géologiques, mais en ma qualité de membre de la Société, j'ai cru qu'il était de mon devoir de lui offrir toutes mes publications, quelles qu'elles fussent.

» La première brochure n'est que le très court résumé d'une conférence que j'ai faite le 25 janvier 1889, devant la Société de Géographie de Genève.

» Dans cette conférence, j'ai commencé par décrire à grands traits la constitution géologique de la presqu'île scandinave que j'ai eu l'occasion de visiter plusieurs fois. J'ai surtout insisté sur les phénomènes glaciaires et par suite sur les théories actuelles relatives à la formation des fjords et des lacs.

« Dans mon second travail, je m'occupe du petit lac de Märjelen, situé dans les Alpes bernoises par 2367 mètres d'altitude, et que j'ai eu l'occasion de visiter l'année dernière, au mois de septembre. Ce lac, qui s'étend au pied de l'Eggischhorn, a une forme à peu près triangulaire; deux de ses rives sont rocheuses; quant à la troisième, elle est formée par le flanc gauche du glacier d'Aletsch qui, comme on le sait, est le plus grand de l'Europe. Grâce à cette circonstance, il ressemble, vu de loin, à un glacier polaire. De gros blocs de glace flottent constamment sur le lac. Ils proviennent de la partie supérieure du glacier qui, à sa base, est continuellement rongé par les eaux plus chaudes du lac. Ce bassin lacustre offre la particularité curieuse de se vider de temps en temps complètement ou en partie seulement. Après être resté assez longtemps vide, il se remplit de nouveau. En étudiant les observations faites par MM. Gosset et Forel, on voit que le lac ne se vide pas à des époques régulières et qu'en outre ces époques ne dépendent en rien du mouvement du glacier. Comme il pouvait être curieux d'observer de près l'état des neiges sur les hauteurs, nous nous avançâmes jusqu'au milieu du Concordiaplatz et même jusqu'au pied de la Jungfrau. D'après nos guides, les amoncellements de neige deviennent depuis plusieurs années de plus en plus puissants; ils affirment par suite qu'il ne s'écoulera pas beaucoup de temps avant que les glaciers ne reprennent leur marche en avant. Je donne cette opinion des gens du pays pour ce qu'elle vaut.

« Le troisième travail est une étude de géographie historique, relative à l'île Maurice, qui, au point de vue géologique, ne renferme que quelques données déjà connues sur les récifs de corail qui entourent cette île perdue au milieu de l'océan Indien.

» Cependant, j'attire spécialement l'attention de la Société sur la planche III. C'est le fac-simile d'une des gravures de la relation hollandaise du voyage de l'amiral Van Neck aux Indes, publiée en 1600 à Amsterdam.

» Sur cette planche est figuré, pour la première fois (1598), le singulier oiseau actuellement disparu et connu sous le nom de Dronte ou Dodo. A cette époque il vivait encore à l'île Maurice. La seconde planche où cet oiseau est représenté se trouve dans le voyage de Broeck ».

M. Carez présente à la Société le tome V de l'*Annuaire géologique universel*.

M. G. Dollfus présente au nom de M. Jules Marcou quelques brochures. Dans deux de ces notes intitulées : « *The Mesozoic series of New Mexico* » et « *Jura, Neocomian and Chalk of Arkansas* », il maintient la classification et les attributions des terrains à l'ouest du Mississippi, d'après ses explications de 1853, contre les opinions de beaucoup d'auteurs récents. Il a reconnu le Dyas, le Jurassique, le Néocomien et la Craie supérieure, là où M. Stevenson, par exemple (1879-1889), ne voit que du Carbonifère et du Crétacé moyen (Dakota group). D'après les plus récentes découvertes de M. le prof. Hill, M. Marcou suppose que justice lui sera bientôt rendue.

M. Dollfus signale encore diverses observations faites par M. Marcou sur les excavations faites dans les rochers de Biarritz par les Oursins et qui ont été insérées dans une notice plus générale sur le même sujet par M. Walter Fewkes. Les excavations sur la côte de Grand-Manan sont faites par le *Strongylocentrotus drobachiensis*, au moyen de ses dents et de ses épines, en combinant ses mouvements propres et ceux que les vagues et la marée lui impriment. Le but est en premier lieu un moyen de protection et ensuite un procédé pour retenir l'eau à marée basse.

M. de Boury présente à la Société le tirage à part d'un travail qu'il vient de faire paraître dans le Bulletin de la Société Malacologique Italienne, sous le titre de : *Révision des Scalidae miocènes et pliocènes de l'Italie*. Les Scalaires de ce pays étaient disséminées dans un grand nombre d'ouvrages, et pour la plupart imparfaite-

ment connues. Grâce aux matériaux considérables qu'il a reçus, l'auteur a pu condenser ces éléments dans un volume d'environ deux cents pages. Le nombre des *Scalidæ* d'Italie s'élève à 88, répartis en 20 sous-genres, plus les *Incertæ sedis*. M. de Boury, tout en n'étant pas partisan de la multiplication exagérée des coupes génériques, croit qu'il est, au contraire, indispensable de créer dans chacune d'elles un certain nombre de subdivisions. Celles-ci doivent être établies, autant que possible, non pas d'après l'étude de quelques coquilles isolées, mais en examinant le genre entier, sans oublier les espèces fossiles. On découvre alors, pour chacune de ces subdivisions, un certain nombre de caractères d'un ordre secondaire, mais parfaitement constants. Les sections nouvelles sont au nombre de 6. Celui des espèces ou variétés décrites est de 22, y compris les noms qui ont dû être changés. Un des faits les plus importants consiste à supprimer de la liste des espèces fossiles le *Scalaria communis*, que l'on faisait autrefois remonter jusque dans le Miocène. Les prétendus *S. communis* fossiles appartiennent à plusieurs espèces absolument distinctes de la forme actuelle. Le travail est accompagné d'une planche lithographiée par M. Méheux avec son talent habituel. Le tirage à part est accompagné de deux tables qui n'existent pas dans le Bulletin. Ce travail sera suivi d'une autre publication, dont le manuscrit va être livré à l'impression, et qui aura pour titre : *Etude critique des Scalidæ miocènes et pliocènes de l'Italie, décrits ou cités par les auteurs*.

M. Lemoine fait la communication suivante :

Étude sur les rapports des Mammifères de la faune Cernaysienne et des Mammifères crétacés d'Amérique,

par **M. V. Lemoine.**

(Pl. III)

Les rapprochements que j'ai cru devoir établir entre les Mammifères crétacés d'Amérique décrits par M. Marsh et les Mammifères de la faune Cernaysienne sont d'une si grande importance, soit que l'on doive conclure à la non-identité des couches de Laramie et de nos couches crétacées d'Europe, soit que l'on doive admettre une évolution biologique différente du groupe des mammifères dans l'Ancien et le Nouveau Monde, que j'ai pensé nécessaire de réunir dans une même planche les dessins des diverses pièces osseuses

analogues, en leur donnant une position identique. Il pourra ainsi en résulter une possibilité de comparaison toute spéciale. Les analogies aussi bien que les différences s'accuseront de la façon la plus nette et cet important problème pourra être résolu par chacun en toute connaissance de cause.

Dans cette planche, chaque dessin emprunté au travail de M. Marsh est désigné par un chiffre qui se trouve répété suivi de la lettre *a* sur le dessin de la pièce provenant de la faune Cernaysienne, ces deux dessins se trouvant placés côte à côte.

Les dessins 1^a 2^a 3^a 4^a 5^a 6^a 7^a 8^a représentent des pièces relatives au genre *Plesiadapis* français. M. Marsh rapporte les figures 1-2-3 au genre *Halodon*, 4-5-6-7-8 au genre *Didelphodon*.

Si nous analysons les parties constituant de ces diverses pièces, nous retrouvons facilement sur chacune les mêmes éléments caractéristiques, avec cette remarque générale, que les mamelons de l'émail sont plus multipliés et plus distincts sur les dents du *Plesiadapis* français.

Ainsi, sur l'incisive supérieure tricuspidée (Fig. 1^a-2^a-3^a) les 2 denticules antérieurs et le denticule postérieur sont plus distincts, plus isolés et en outre des denticules accessoires tendent à faire saillie sur les bords des denticules principaux.

La figure 4^a se rapporte à la deuxième arrière-molaire supérieure du *Plesiadapis*. Elle présente, comme la dent 4, 5 denticules principaux, 2 externes, 1 interne et 2 intermédiaires, beaucoup plus petits, il est vrai; en outre le reste de la surface tend à se mamelonner.

La constitution des molaires supérieures 4 et 4^a offre cet intérêt spécial de s'écarter, par le fait de l'adjonction de 2 denticules intermédiaires, du type nettement trituberculaire que leur grande ancienneté semblerait devoir leur assigner.

Outre son aspect plus mamelonné, la molaire supérieure 4^a est plus ovale, par suite du raccourcissement de son bord externe, beaucoup plus développé sur le type américain.

Les dents 5^a 6^a 7^a prises en place sur des mandibules de *Plesiadapis*, sont des 2^{mes} arrière-molaires inférieures. Elles appartiennent à deux espèces distinctes. Elles se comparent naturellement aux figures 5-6-7. Elles ont effectivement chacune 6 denticules caractéristiques, 3 antérieurs en triangle, à angle saillant, 3 postérieurs presque sur la même ligne, l'intermédiaire tendant à se rapprocher de l'interne.

Les denticules des molaires inférieures du *Plesiadapis* sont plus arrondis, plus mamelonnés, moins nettement séparés que ceux du

type américain, qui présente en outre une bande diagonale tendant à réunir le denticule postéro-externe au denticule antéro-interne.

C'est comme la première ébauche d'une disposition fort accentuée sur les molaires inférieures du genre *Pleurospirotherium* français.

Les humérus 8 et 8^a se comparent naturellement, avec leur perforation latérale; le type français se faisant en outre remarquer par l'élargissement du bord latéral opposé.

La figure 9^a se rapporte à une molaire inférieure du nouveau genre rémois *Tricuspidon*; ses éléments constitutants sont en même nombre que ceux de la dent 9 (genre *Cimolestes*), avec cette remarque que chez le *Tricuspidon*, les denticules sont plus massifs, plus confondus à leur base et la cupule postérieure plus courte et moins profonde.

Nous avons emprunté au genre *Adapisorex* rémois les figures 10^a-11^a-12^a qui se comparent naturellement aux figures 10 (*Didelphodon*) 11 (*Pedionomys*) 12 (*Halodon*). Les mêmes parties constitutantes s'y retrouvent avec la plus grande facilité. Les deux prémolaires inférieures 10-10^a ont également un promontoire antérieur large, triangulaire (avec séparation d'une bande chez l'*Adapisorex*) et un talon postérieur court et grêle. Les molaires supérieures 11 et 11^a ont le même nombre de denticules avec adjonction d'un mamelon périphérique interne chez l'*Adapisorex* (11^a). Les deux fémurs 12-12^a sont également remarquables par le développement tout spécial et la projection verticale du grand trochanter.

Nous arrivons maintenant aux formes si caractéristiques des figures 13^a-14^a-15^a-16^a-17^a-18^a-19^a que nous avons attribuées au genre *Neoplagiaulax* français. 13^a est une incisive supérieure qui se compare naturellement à l'incisive 13 (*Halodon* de M. Marsh) bien que celle-ci ait sa pointe antérieure notablement plus courte.

Les prémolaires inférieures 14^a et 15^a rappellent 14-15 (*Halodon* de M. Marsh) en notant que les prémolaires du type français sont plus régulièrement arrondies. Les stries curvilignes de 14^a sont au nombre de 14; celles de 14 au nombre de 7. D'autre part, nous trouvons 9 stries en 15^a et 10 en 15, ce qui semble indiquer que ces variations numériques sont d'importance secondaire.

La conformation si caractéristique des racines de ces prémolaires se retrouve nettement chez les types français et américains.

Les dents 16^a-17^a-18^a-19^a semblent être des molaires supérieures. La molaire supérieure 16^a-17^a a été fracturée près d'une de ses extrémités; aussi les denticules de ses trois rangs, qui se comparent tout naturellement comme forme aux denticules de la dent américaine 16-17 (*Cimolomys*), étaient-ils peut-être peu dissemblables

comme nombre. Les dents 18^a (*Neoplagiulax*) et 18 (*Cimolodon*) sont à deux rangées de denticules presque en même nombre et de même forme, bien que la dent française soit plus allongée et plus cintrée.

Enfin les dents 19^a (*Neoplagiulax*) et 19 (*Tripriodon*) présentent également 2 rangées de denticules suivies d'un court talon qui se subdivise en trois mamelons sur le type américain.

Il en est de même pour les trois denticules plus antérieurs qui semblent correspondre au gros mamelon unique de la dent française. Cette étude comparative ne peut, nous l'espérons du moins, laisser aucun doute sur les très grandes analogies des types mammifères recueillis en Europe et en Amérique, analogies d'autant plus remarquables que ces dents diffèrent essentiellement de celles des autres faunes étudiées jusqu'ici. Ces types mammalogiques sembleraient bien correspondre à un même stade évolutif, ce qui constitue l'intérêt tout spécial d'une étude de ce genre.

M. Douvillé communique le résultat de ses études sur les *Hippurites* généralement désignées sous les noms d'*organisans* et de *cornuvaccinum*.

En ce qui concerne la première de ces espèces, il avait déjà indiqué que le type de Montfort n'a été rencontré jusqu'ici qu'à la Montagne des Cornes. L'espèce qui forme des bancs à la partie supérieure des couches à Hippurites des Martigues et au Beausset et qui a été décrite et figurée par d'Orbigny (*Pal. fr.*) sous le nom d'*organisans* est bien différente du type de Montfort ; elle est caractérisée par la présence à sa valve supérieure de pores en virgule, grands et espacés. M. Douvillé propose d'appliquer au type de d'Orbigny le nom d'*H. socialis*, n. sp.

Pour le groupe du *cornuvaccinum*, M. Douvillé arrive aux conclusions suivantes :

1^o Le type du *cornuvaccinum* (Bronn) provient de l'Unterberg, près Salzbourg ; il est caractérisé par la position de la dent cardinale postérieure placée sur le prolongement de l'arête cardinale ; cette forme n'a pas encore été rencontrée en France.

2^o L'*H. giganteus* d'Hombres Firmas, de Gatigues, présente une arête cardinale qui dépasse la dent postérieure ; l'apophyse myophore postérieure est triangulaire ; le premier pilier est allongé et fortement rétréci à la base ; le deuxième pilier est encore plus allongé et plus longuement pédonculé. Dans certaines variétés, les deux piliers convergent vers l'extérieur et viennent quelquefois même se réunir à leur base (communication de M. Collot). Cette forme

se rencontre à la base du massif à Hippurites des Martigues (M. Collet), où elle est associée à une forme voisine (n. sp. A.), mais à piliers plus robustes et plus écartés et qui caractérise l'*Angoumien* des Charentes (M. Arnaud); cette même association se retrouve dans les Corbières (M. Carez). L'*H. giganteus* se retrouve aux Eaux-Chaudes, à Gosau et il faut probablement lui rattacher à titre de variétés les *H. Baylei* et *Taburnii* (Guiscard) du S. de l'Italie.

3° Le type des Corbières décrit et figuré par M. Bayle (B. S. G. F., t. XIV, Pl. xv, f. 3) est caractérisé par un premier pilier très court et un deuxième arrondi et très longuement pédonculé; l'apophyse myophore est en forme de lame assez mince; M. Douvillé propose de lui donner un nouveau nom spécifique, *H. corbaricus*. Il se rencontre en dehors des Corbières dans le *Santonien* de la Dordogne (coll. Arnaud, coll. Desmond), à la partie supérieure des couches à Hippurites des Martigues, au-dessous du banc à *H. socialis* (coll. Munier-Chalmas), au Moulin de la Roche près du Beausset (M. Zurcher).

4° Il est associé, dans ces dernières localités, avec une forme à arête cardinale courte et triangulaire et à piliers beaucoup plus épais et plus robustes, qui se retrouve à Gatigues au-dessus du banc à *H. giganteus* (d'après M. Coste): c'est l'*H. Moulinsi* d'Hombres Firmas. L'apophyse myophore postérieure est triangulaire.

5° On rencontre dans le Provençien de la Dordogne, avec une forme probablement identique au *Moulinsi*, une espèce ressemblant beaucoup extérieurement au *giganteus*, avec lequel elle a été quelquefois confondue. Mais les caractères intérieurs sont bien différents: le premier pilier est court et le second seulement pincé à la base; l'apophyse myophore est épaisse et arrondie. C'est une espèce nouvelle (n. sp. B.).

6° On trouve au Beausset une espèce voisine de la précédente mais à sillons plus rapprochés et présentant une apophyse myophore en forme de lame mince: c'est l'*H. galloprovincialis* de Matheron. Son niveau n'est pas encore fixé d'une manière précise; il est probablement un peu supérieur à celui des *H. corbaricus* et *Moulinsi*.

En résumé, il paraît possible de distinguer partout dans les couches à Hippurites du Midi de la France un niveau inférieur turonien caractérisé par l'*H. giganteus* et *Hippurites A*, et un niveau supérieur, vraisemblablement Sénonien, caractérisé par l'*H. corbaricus*.

M. MUNIER-CHALMAS fait remarquer que la même succession se retrouve dans tout le bassin méditerranéen jusqu'en Turquie.

Le Secrétaire lit la note suivante :

En réponse à une note que M. Kilian vient de publier dans le compte rendu sommaire de la dernière séance, M. **Toucas** fait observer que la succession des assises tithoniques, signalée par lui dans l'Ardèche, est bien celle que M. Kilian a constatée dans les Hautes-Alpes et la Drôme, avec cette différence que le mélange des deux faunes de Stramberg et de Berrias a lieu dans les calcaires marneux dit berriasiens et non dans les calcaires blancs sublithographiques qui les supportent.

Il n'y a donc pas dans l'Ardèche une zone paléontologique distincte de celle de Stramberg et caractérisée particulièrement par les espèces de Berrias, décrites par Pictet. Ces deux zones se confondent en une seule, à laquelle revient de droit le nom de Berriasien ou Tithonique supérieur.

Quant aux calcaires blancs, compacts, sublithographiques, qui constituent le n° 2 de M. Kilian, ils forment également dans l'Ardèche une masse d'environ 40^m d'épaisseur, comprise entre les calcaires rognonneux du Tithonique inférieur ou Diphyakalk à *Oppelia Fallauxi*, *Perisphinctes contiguus*, *Haploceras veruciferum*, etc., et les calcaires marneux du Tithonique supérieur ou Berriasien à faune mélangée de Stramberg et de Berrias. Ces calcaires blancs sont absolument identiques à ceux qui ont été signalés au même niveau par M. Collot en Provence, par M. Léenhardt au mont Ventoux, par M. Hollande dans la Haute-Savoie et par M. Kilian dans la montagne de Lure et en Andalousie; ils paraissent ainsi constituer entre le Diphyakalk et le Berriasien une zone constante, distincte, suffisamment caractérisée par la présence d'espèces franchement tithoniques, par la disparition d'espèces à cachet plus ancien comme *Perisphinctes colubrinus*, *Rhacophyllites Loryi*, etc., et par l'apparition de formes à cachet plus récent comme *Hoplites Callisto*, *Hopl. Privasensis*, etc., mais sans cependant renfermer encore les deux faunes caractéristiques de Berrias et de Stramberg.

Cette nouvelle assise, située au milieu du Tithonique, où elle forme une véritable zone moyenne, sorte de zone de passage entre le Tithonique inférieur et le Tithonique supérieur, devra donc être séparée de ces deux sous-étages et représenter un sous-étage moyen ou Tithonique moyen qu'on pourrait désigner sous le nom d'*Ardeskien* (de *Ardesca*, Ardèche), à cause de la grande étendue qu'il occupe dans ce département.

Quant à l'opinion de M. Zittel sur l'identité du Berriasien et du Tithonique supérieur que M. Kilian paraît mettre en doute, elle est

formelle : après avoir vu les fossiles de Chomérac, M. Zittel a examiné de nouveau la faune particulière de Berrias figurée par Pictet ; il a ainsi reconnu que cette faune avait des rapports aussi grands avec le Tithonique supérieur qu'avec le Crétacé inférieur, et il a déclaré que, puisque dans l'Ardèche il y avait mélange des faunes de Stramberg et de Berrias, le Berriasien devait correspondre au Tithonique supérieur et être classé plutôt dans la série jurassique que dans la série crétacée. Cette opinion, basée sur mes découvertes dans l'Ardèche, est d'ailleurs pleinement confirmée par les propres observations de M. Kilian dans l'Andalousie.

M. KILIAN dit qu'il attendra, pour répondre à M. Toucas, d'avoir effectué en compagnie de ce dernier son excursion projetée à Berrias et d'avoir étudié contradictoirement avec son savant confrère le type même de l'« *Ardescien*. »

Le Secrétaire donne lecture d'un extrait d'une lettre que M. le Dr FISCHER a reçue de M. W.-H. Dall, de Washington :

« La base de la série tertiaire dans les États de l'Alabama et du Mississippi est constituée par un calcaire grossier argileux de 2 ou 3 mètres d'épaisseur caractérisé par la présence du *Nautilus (Euclimatoceras) Ulrichi*, et placé en concordance au-dessus des couches de Ripley qui forment les assises les plus élevées de la formation crétacée.

» Je signalerai à ce sujet un fait intéressant pour les paléontologistes et les géologues français, mais que je n'ai pas encore publié. Dans ces calcaires du Tertiaire inférieur se montrent des fragments d'un *Cerithium* de très grande taille, paraissant voisin du *C. giganteum* de l'Éocène du Bassin de Paris. Or, ce type est trouvé pour la première fois en Amérique.

» Parmi quelques autres formes de l'Eocène du Texas récemment découvertes, mon aide, M. Harris, a reconnu aussi la présence d'une espèce de *Terebellum*, type qui était jusqu'alors inconnu dans le Tertiaire des États-Unis. »

Séance du 28 Avril 1890

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame Membre de la Société : M. CH. LORMIER, Ingénieur civil à Bagnères-de-Luchon, présenté par MM. de Mercey et Bergeron.

Il annonce une présentation.

M. DE MARGERIE offre à la Société, au nom de l'auteur, M. HANS REUSCH, la *Carte géologique des Pays Scandinaves et de la Finlande*.

M. DOUVILLÉ présente le projet de budget pour l'année 1889-90. Celui-ci est renvoyé à la Commission de Comptabilité.

Le Président remercie M. Douvillé de son dévouement aux intérêts de la Société.

M. E. Haug fait la communication suivante :

**Note sur le péristome du *Phylloceras mediterraneum*,
par M. Emile Haug.**

(Pl. IV)

Dans une série de *Phylloceras* provenant du Bajocien et du Bathonien de Chaudon, près Digne (Basses-Alpes), que M. de Grossouvre a bien voulu me communiquer pour l'étude des faunes du Jurassique inférieur et moyen des Hautes et des Basses-Alpes, à laquelle je travaille en ce moment, se trouvait un bel échantillon que j'ai pu identifier avec le *Phylloceras mediterraneum* Neum., espèce propre à la région méditerranéenne, mais qui a été signalée depuis le Bajocien jusqu'au Tithonique. L'exemplaire en question provient du Bajocien supérieur (zone à *Cosmoceras subfurcatum*) ou du Bathonien inférieur (zone à *Oppelia fusca*); il est à l'état de moule interne, aucune partie du test n'est conservée. La partie cloisonnée forme corps avec la roche encaissante, de sorte que les lignes

de suture sont à peine visibles. Les varices internes de la coquille se traduisent sur le moule interne par des impressions flexueuses un peu moins coudées que dans le type figuré par Neumayr (1). Sur la partie externe ces impressions deviennent de véritables sillons transversaux, accompagnés en avant d'un gros bourrelet et séparés les uns des autres par 8 à 12 bourrelets plus faibles qui descendent jusque vers le milieu des flancs.

A l'extrémité de la dernière loge je pus voir, dès le premier examen, sur l'une des faces de l'échantillon, une ligne courbe singulière qui délimite l'empreinte interne de la coquille. La forme de cette courbe me paraissait tellement bizarre que je ne pus, pendant longtemps, me résoudre à la considérer comme l'empreinte du péristome. Je soumis l'échantillon à M. Munier-Chalmas, qui réussit, avec son habileté de main bien connue, à dégager d'une manière parfaite la face opposée. Nous vîmes bien alors qu'il ne pouvait y avoir de doute sur la nature de la courbe que j'avais observée; c'était bien le péristome, visible maintenant sur tout le pourtour. Voici les caractères qu'il présente.

En partant de l'ombilic, son bord est d'abord parallèle aux varices internes. Avant d'atteindre le milieu des flancs, il s'infléchit fortement en avant.

A la hauteur où se fait l'inflexion en arrière des varices, le bord de la bouche est porté également en arrière, mais beaucoup plus brusquement, puis il reprend son parcours parallèle aux sillons, pour le quitter bientôt et se diriger en avant, de manière à former, sur la partie externe, une languette un peu plus longue que large, arrondie à son extrémité et située immédiatement en avant du bourrelet qui limite la dernière varice. La languette délimite avec l'expansion latérale une vaste échancrure arrondie. La forme du péristome est rigoureusement la même sur les deux flancs de la coquille.

Si l'on regarde l'échantillon sous un jour favorable, l'on aperçoit, en arrière du péristome, une ligne indistincte parallèle au bord de la bouche, qui représente un temps d'arrêt dans la croissance de la coquille et qui correspond à un ancien péristome, caractérisé, comme le dernier formé, par une languette ventrale et par des expansions latérales. Ce péristome se trouve juste en avant de l'avant-dernière varice interne de la coquille; l'avant-dernier bourrelet ventral occupe, par rapport à la languette ventrale correspon-

(1) Neumayr, *Phylloceraten des Dogger und Malm. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.* Vol. XXI, 1871, Pl. XVII, fig. 2, p. 340.

dante, la même position que le dernier bourrelet, par rapport à la languette du dernier péristome formé.

Il n'y a rien dans la disposition et dans la forme de ces deux péristomes successifs qui s'oppose à ce que l'on considère l'accroissement de la coquille comme ayant eu lieu par simple apposition de nouvelles lamelles calcaires parallèlement au bord de la bouche existante. Dans le cas présent, il n'est pas nécessaire de faire intervenir des phénomènes de résorption qui auraient fait disparaître temporairement les apophyses du péristome.

La comparaison du péristome du *Phylloceras mediterraneum* avec celui du *Morphoceras pseudoanceps*, décrit et figuré par M. Douvillé (1), n'est pas sans intérêt. Si l'on fait abstraction du développement tout à fait exagéré des apophyses jugales dans cette dernière espèce, l'on constate, dans les deux cas, la présence, au-dessus et en arrière de ces apophyses, d'échancrures arrondies, situées symétriquement par rapport à la ligne médiane de la coquille. M. Douvillé considère ces échancrures, fermées dans le *Morphoceras pseudoanceps*, comme ayant servi de passage aux yeux de l'animal, situés comme ceux de l'argonaute. La même interprétation peut s'appliquer aux échancrures du péristome de notre *Phylloceras*. La différence principale entre les ouvertures des deux espèces réside dans la partie externe. Dans l'espèce de M. Douvillé, l'entonnoir de l'animal débouchait au dehors par une échancrure médiane ventrale, complètement fermée en avant par la soudure des deux apophyses jugales, mais communiquant primitivement avec les deux échancrures oculaires. Dans mon espèce, par contre, l'entonnoir se trouvait probablement reporté bien avant des yeux et les deux échancrures oculaires sont séparées l'une de l'autre par une grande apophyse ventrale en forme de languette. Voyons à quel point cette différence dans la partie ventrale du péristome est constante dans un même genre et en quelle mesure elle peut être utilisée dans une classification naturelle des *Ammonitidæ*.

La forme du péristome n'était guère connue jusqu'à présent dans le genre *Phylloceras* que chez le seul *Phylloceras ptychoicum*, dont Zittel (2) a figuré plusieurs exemplaires provenant du Tithonique supérieur de Stramberg, chez lesquels la bouche est admirablement conservée. Tous présentent une ouverture à bords flexueux, dont la partie voisine de l'ombilic est parfaitement sem-

(1) Note sur l'*Ammonites pseudoanceps* et sur la forme de son ouverture. *Bull. Soc. géol.* 3^e sér. T. VIII. p. 239-246.

(2) *Palæontologische Mittheilungen*. Vol. II, pl. 4, fig. 3-9.

blable à la partie correspondante de l'ouverture du *Phylloceras mediterraneum*, mais l'échancrure oculaire n'existe pas. La languette ventrale est à peine indiquée dans les jeunes échantillons; dans les adultes, on n'en voit plus trace et le bord du péristome est normal à la partie externe de la coquille. La forme des sillons et des bourrelets accompagnant le péristome montre que dans tout le groupe du *Phylloceras tatricum*, dont le *Phyll. ptychoicum* fait partie, les caractères de l'ouverture devaient être les mêmes que dans cette espèce. Le *Phyll. mediterraneum* appartient au groupe du *Phyll. ultramontanum*, caractérisé par la présence de varices internes coudées, qui montrent à elles seules que la partie latérale du péristome, au moins, était constituée comme dans l'espèce que nous étudions dans cette note. Quant aux étranglements de la région externe de la coquille, nous les trouvons chez le *Phyll. ultramontanum*, l'espèce la plus ancienne du groupe, fortement infléchi en avant, comme dans le *Phyll. mediterraneum*; chez le *Phyll. Circe* Héb., du Bajocien, ils passent normalement sur la partie externe; chez le *Phyll. Zignodanum* d'Orb., de l'Oxfordien inférieur, ils sont, par contre, rejetés en arrière. On peut conclure de ces faits que le *Phyll. ultramontanum* présentait une languette ventrale analogue à celle du *Phyll. mediterraneum*, tandis que dans les espèces plus récentes de la série elle était très peu développée ou faisait peut-être même entièrement défaut.

Dans la série du *Phyll. Capitanei*, à en juger par la direction des stries d'accroissement et des varices internes, les expansions latérales paraissent avoir été très peu développées, tandis que la languette ventrale était au moins ébauchée.

Dans la série du *Phyll. heterophyllum*, dont l'évolution est plus avancée que celle des autres séries du genre, puisque les varices internes disparaissent de très bonne heure, la languette ventrale n'a probablement jamais été très développée, car les stries d'accroissement passent toujours presque normalement sur la partie externe. Dans les espèces crétacées de la série, dans le *Phyll. semistriatum* d'Orb. et le *Phyll. Velledæ* Mich., les expansions latérales étaient, par contre, au moins aussi prononcées que dans le *Phyll. ptychoicum*.

En ce qui concerne, enfin, le *Phylloceras tortisulcatum* d'Orb. (1)

(1) L'*Amm. tortisulcatus* est maintenant rangé par la plupart des auteurs dans le genre *Rhacophyllites* Zitt., mais il vaut mieux restreindre ce nom aux formes triasiques et liasiques voisines du *Rhac. neojurensis* et du *Rhac. mimatensis*, avec lesquelles l'espèce de l'Oxfordien n'a rien de commun. (Voir plus haut page 281, Note de M. Douvillé.) Nous pensons démontrer bientôt qu'elle est reliée

qui fait partie d'une série régressive du genre, le bord de son péristome était flexueux, sans présenter des expansions latérales très accusées, la languette ventrale, par contre, était très développée, sa longueur atteignant environ sa largeur (1).

Il résulte des remarques précédentes sur la forme du péristome des *Phylloceras* que, dans ce genre, les espèces les plus anciennes d'une même série présentent, d'une manière générale, une languette ventrale plus développée que les espèces les plus récentes.

On voit, en outre, que, parmi les séries évolutives (« Formenreihen ») distinguées par Neumayr et par Zittel, ce sont précisément celles qui possèdent encore des caractères les rapprochant des espèces primitives à varices internes très prononcées, qui sont pourvues d'une languette ventrale considérable.

Les expansions latérales, au contraire, sont de plus en plus développées au fur et à mesure qu'on s'élève dans la série.

En un mot, le fait, pour un *Phylloceras*, d'avoir une languette ventrale ou des apophyses jugales très accentuées, n'indique pas, d'une manière absolue, qu'il fait partie de tel ou tel groupe, mais il nous montre à quel stade de l'évolution phylogénique se trouve l'espèce.

Si nous examinons les péristomes connus dans d'autres genres d'ammonites jurassiques, nous arrivons à des résultats analogues. Tout d'abord nous constatons que les formes les plus anciennes des *Ægoceratidæ*, les genres *Psiloceras*, *Arietites*, *Ægoceras*, *Agassiceras*, présentent une languette ventrale très développée et qu'elles sont dépourvues d'expansions latérales. Ce sont précisément ces genres qui paraissent se rapprocher le plus de la souche commune aux *Phylloceratidæ* et aux *Ægoceratidæ*. La languette ventrale se retrouve encore dans les *Harpoceras* liasiques (*Harpoceras* s. str., s. g. *Lioceras*, s. g. *Hildoceras*, s. g. *Grammoceras*); mais, dans les groupes particuliers au Jurassique moyen, elle s'atténue, tandis que les apophyses latérales sont de plus en plus accusées (s. g. *Ludwigia*).

La présence d'apophyses latérales est un caractère qui se retrouve dans tous les rameaux principaux du sous-ordre des *Ægoceratidæ*,

par des formes de passage au groupe du *Phylloceras tatricum*. Le groupe du *Phyll. tortisulcatum*, qui comprend des espèces à tours moins embrassants et à cloisons plus simples que les autres *Phylloceras*, débute dans le Bathonien supérieur de Provence, comprend ensuite le *Phyll. Delleirei* M.-Ch., puis l'espèce typique de l'Oxfordien, enfin les « *Rhacophyllites* » *Loryi* (M.-Ch.) Kil. et *Levyi* Kil. du Kimméridgien de la province méditerranéenne. C'est une véritable série régressive, une « reversionary series », dans le sens attribué à ce terme, par M. Hyatt.

(1) V. Quenstedt, Ammon. d. Schwäb. Jura. Pl. 97, fig. 3.

p. ex, dans les *Hammatoceras*, les *Witchellia*, les *Ochetoceras*, les *Haploceras*, les *Cosmoceras*, les *Stephanoceras*, les *Perisphinctes*, etc. Il ne se présente, à ma connaissance, dans aucune espèce antérieure à la zone à *Lytoceras jureense*; il est de plus en plus fréquent au fur et à mesure que l'on s'élève dans la série jurassique et il semble que le pédoncule de l'oreillette latérale va, d'une manière générale, se rétrécissant de plus en plus. Mais, d'autre part, dans la période adulte, la plupart des espèces semblent résorber leurs apophyses péristomiennes; les *Aspidoceras*, par exemple, ne présentent de languettes latérales que dans le jeune âge (Zittel). Enfin Waagen (1) a figuré deux échantillons de *Harpoceras opalinum*, à peu près de même taille, provenant d'un même gisement, l'un pourvu d'apophyses, l'autre présentant une bouche simple.

On peut conclure de l'ensemble de ces faits que, ni la présence d'une languette ventrale, ni celle d'apophyses latérales ne constitue chez les ammonites un caractère générique; elle peut, par contre, fournir des données importantes sur le degré d'évolution ontogénique ou phylogénique d'une espèce (2). Il est bien certain que la valeur des caractères fournis par les *contours* du péristome pour la classification des ammonites a été bien exagérée, toutefois il ne faudrait pas nier l'importance, à ce point de vue, des varices prébuccales et surtout celle des déformations que peuvent subir la spirale et l'ornementation au voisinage de la bouche. Ces caractères permettent de définir nettement certains groupes et, dans certains cas, ils suffisent à l'établissement de coupes génériques.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV

Fig. 1. — Exemplaire de *Phylloceras mediterraneum* Neum. du Bajocien supérieur ou du Bathonien inférieur de Chaudon, Basses-Alpes (coll. de Grossouvre), vu de face, photographié au laboratoire de géologie de la Sorbonne, par M. René Nicklès et par l'auteur. — 9/10 grandeur naturelle.

Fig. 2. — Croquis du même, vu par la face externe.

M. DOUVILLÉ insiste sur l'intérêt que présente la découverte d'une ouverture à bords falculiformes dans un *Phylloceras* du groupe à sillons en accent circonflexe. Cette ouverture rappelle beaucoup celle des *Amm. verrucifer* et *Grasi*. Il serait intéressant de savoir si les *Phylloceras* proprement dits à sillons droits n'ont pas au contraire une ouverture à bords simples; la forme de l'ouverture lui paraît avoir en tout cas une valeur générique, et si la forme de l'ou-

(1) *Palæontographica*. Vol. XVII, Pl. XI, fig. 6, 7.

(2) *V. Neues Jahrbuch*. Beilage-Band III, p. 704.

verture était réellement différente dans les deux groupes de *Phylloceras*, il serait porté à subdiviser ce genre.

La forme de l'ouverture peut du reste varier beaucoup dans un même individu, surtout lorsqu'elle est munie d'une joue caduque; cet appendice peut manquer complètement ou être plus ou moins développé, suivant que l'individu a été enfoui dans les sédiments avant, pendant ou après le développement complet de l'ouverture. Il est également possible qu'elle varie avec l'âge de l'animal et peut-être même avec son sexe.

M. DOUVILLÉ présente la note suivante :

Sur quelques points de la Géologie de la Tunisie

par M. Aubert

Les carrières de Kœdel, situées sur les derniers contreforts du Bou Kournine, à l'est de Tunis, ont été visitées par M. Pomel, qui n'avait pas hésité à classer les calcaires de ces carrières dans le Turonien, d'après la similitude de leur faciès avec celui de certains calcaires de l'Algérie et la présence de rudistes.

M. Rolland, à la fin d'une course que nous avons faite ensemble, avait visité également les carrières de Kœdel. Il avait conclu à l'assimilation des calcaires de Kœdel à ceux du Zaghouan et avait placé le tout dans l'Urgo-aptien.

Pendant notre séjour en Tunisie, de 1884 à 1889, nous avons visité à plusieurs reprises ces carrières, mais nous n'y avons trouvé que des fossiles indéterminables, entre autres des *Pecten* mal conservés. Toutefois, nous avons eu la bonne fortune de mettre la main à Tunis sur un rudiste empâté dans une des pierres de taille provenant du Kœdel.

M. Douvillé, qui a bien voulu examiner cet échantillon, le rapproche de certaines variétés du *Biradiolites lumbricalis*.

Ce fait confirme donc l'opinion de M. Pomel, à laquelle nous nous rangeons d'autant plus volontiers que nulle part, en Tunisie, et notamment dans les régions les plus proches, soit au Dj. Garci, soit au Dj. Faraoua ou au Dj. Chirich, soit même au Dj. Serge ou dans les contreforts du Bargou, les calcaires de l'Urgo-Aptien ne ressemblent à ceux du Kœdel.

Voici, du reste, quelques renseignements sur la formation du Kœdel.

Cette formation ne comprend que trois lambeaux importants, situés à peu de distance les uns des autres.

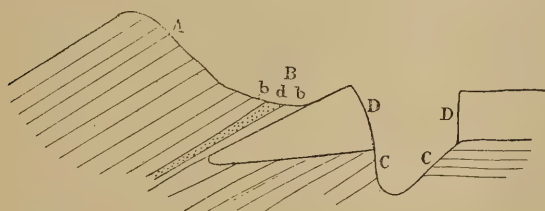
Le premier et le plus important est celui où sont ouvertes les carrières de Kœdel. Il est constitué par des calcaires blanchâtres, coralligènes, avec nombreux nodules fondus dans la pâte. Il présente une puissance de 40 m. et repose directement sur les calcaires marneux et marneschisteuses à petites ammonites ferrugineuses, faisant partie de l'étage néocomien supérieur (Barrémien), ainsi que M. Douvillé l'a reconnu.

Le deuxième lambeau est au sud de la carrière de Kœdel. Il est séparé du premier par un ravin très profond.

En ce point, la formation comprend encore des calcaires coralligènes, mais les nodules sont moins nombreux, et à la partie supérieure, on trouve des calcaires grumeleux, très friables et qui semblent avoir une origine détritique.

Cette formation semble être intercalée dans des terrains supérieurs au Néocomien, comprenant des marnes et calcaires blancs et gris à Rudistes, que nous avons d'abord assimilés au *Sauvagesia Nicaisi*, mais qui, d'après ce que nous avons dit plus haut, seraient incontestablement turoniens.

Fig. 1.

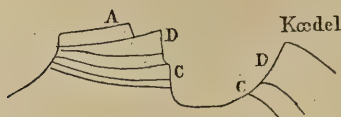


- A. — Calcaires sénoniens.
- B. — Turonien.
- b. — Calcaires gris dur.
- d. — Calcaires grumeleux.
- C. — Néocomien.
- D. — Couches du Kœdel.

La formation du Kœdel nous paraîtrait donc comme un simple accident. Dans les couches b nous avons trouvé des *Hemiaster*, malheureusement nouveaux.

Le troisième lambeau se trouve entre le Kœdel et le Dj. Reças. Une coupe menée à partir du Kœdel donnerait les résultats suivants :

Fig. 2.



- A. — Marnes cendrées et calcaires.
 D. — Formation du Kœdel.
 C. — Néocomien.

Tandis que, dans ce lambeau, la partie qui regarde le Kœdel possède encore une dizaine de mètres de puissance, celle qui regarde le Dj. Revy est absolument atrophiée et se trouve réduite à une simple plaquette de calcaire dur, séparant le Néocomien du Sénonien.

Les calcaires sénoniens A que nous venons de signaler se développent beaucoup au sud du Kœdel, sur le versant est de la chaîne du Bou-Kournine. Ils vont jusqu'au delà de Goroumbalia, où ils sont alors recouverts par des marnes grises, suessoniennes, qui reposent dessus, en discordance de stratification.

Ces calcaires sont dépourvus généralement de fossiles ; cependant dans le Dj. Eïdous, au nord de la vallée de la Medjerdah, nous avons pu trouver, dans leur partie supérieure, deux Échinides que M. Gauthier a bien voulu examiner et qu'il a reconnu être : l'un le *Cardiaster Italicus*, l'autre une espèce nouvelle.

Le premier de ces fossiles permet donc de ranger dans le Danien les parties supérieures du calcaire A.

Ces calcaires sénoniens se rencontrent également dans le massif qui sépare Zaghouan de la vallée de l'Oued-Miliane. Ils arrivent presque à Zaouia Bou Hadjeda, en face le Dj. Oust.

En ce dernier point, on retrouve en dessous du Néocomien inférieur (marnes gréseuses), un lambeau d'un terme qui vient d'être signalé par M. Pomel, en Algérie. Nous voulons parler du Berriasien.

Le pointement de Dj. Oust est constitué par des calcaires marbres qui sont de même âge que ceux du Zaghouan. Au dessus du Jurassique proprement dit, et au nord-ouest du Dj. Oust, se développe une formation de marnes et de calcaires rougeâtres plongeant au nord, et où, en 1885, un explorateur de mines a recueilli quelques échantillons, entre autres une ammonite très nette qu'il nous a remise ; M. Douvillé qui a bien voulu examiner cette ammonite, la considère comme très voisine des *A. Malbosi* et *A. curelensis*.

Cette constatation du Berriasien dans le nord de la Tunisie est très intéressante, au moment de la découverte de ce niveau en

Algérie, aux Ouled Midoun, près Oran. Mais en ce point, le niveau n'est représenté que par des blocs erratiques, enchâssés dans le Néocomien. Au Dj. Oust, la formation serait en place.

Cette formation du Berriasien a été retrouvée par nous, en 1888, à l'ouest du Dj. Majourah, au Kranguet Zebbeg, dans le Dj. Meloussi.

Le Dj. Meloussi est formé par un pli anticlinal, dirigé E.-O. La masse est constituée par les grès friables, avec marnes vertes et rouges du Gault. Au nord, le Gault est recouvert en partie par le Rothomagien. Du second côté du pli viennent les sables du Sahara.

Au milieu du pli se trouve le Berriasien qui forme un lambeau de 500^m sur 1500^m environ et qui est constitué par des marnes noires et grises avec calcaires noduleux où nous avons trouvé les échantillons suivants :

Holaster sp. nov.

Amm. Boissieri Pictet.

— cf. *Theodosiæ-ducalis* (? *altavensis* Pomel).

— *Telloutensis* Pomel.

Aptychus (du type *Aspidoceras*).

dont nous devons la détermination à l'obligeance de M. Douvillé.

M. MUNIER-CHALMAS présente la note suivante :

Note sur les travertins tertiaires à végétaux de Douvres (Ain),

par M. A. Boistel (1).

Les travertins tertiaires de Meximieux (Ain), sont depuis longtemps célèbres par l'abondance des empreintes végétales, décrites dans le bel ouvrage de MM. Saporta et Marion (2). J'ai eu la bonne fortune de rencontrer un gisement d'un aspect très analogue, dans le même département, sur le territoire de la petite commune de Douvres, située à 17 kilomètres environ à vol d'oiseau au N.-E. de Meximieux, à l'est de la ligne du chemin de fer de Mâcon à Genève, entre les stations d'Ambronay et d'Ambérieu. Ces travertins couronnent, au nord du village de Douvres, le flanc droit de la gorge abrupte, arrosée par le petit torrent de la Cozance, à l'endroit où cette colline commence à s'abaisser, pour finir en pente

(1) L'auteur de ce travail n'étant pas membre de la Société géologique, cette note n'a été insérée qu'après autorisation du Conseil.

(2) *Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux.*

raide, vers la plaine (lieu dit, *au Chatelard*) (1). Pour les atteindre, il faut prendre un chemin qui part directement derrière l'abside de l'église (2) à côté d'un four banal, et qui conduit à la croix St. Christophe. A cette croix, l'on doit s'engager dans le chemin le plus à droite, et suivre ce chemin, en montant jusqu'au moment où il fait un coude brusque à gauche; on a alors devant soi un talus herbeux, couronné par des vignes. On commence alors à trouver les travertins en blocs isolés, épars sur le talus et dans les vignes, ou accumulés par les vigneron, en petits murs ou *murgets* qui séparent les propriétés. En quittant le chemin et en s'engageant, droit devant soi, par un sentier dans les vignes, on arrive bientôt à des bois clairsemés, qui couronnent le plateau et dominent à droite, par une pente très raide, le ravin de la Cozance; c'est là que l'on trouve la roche en place, sous forme de bancs horizontaux, difficiles à distinguer des bancs du calcaire bathonien, sur lequel ils reposent. Dans ces bancs, la stratification paraît assez régulière; mais les blocs isolés et altérés par les agents atmosphériques présentent fort souvent la forme de concrétions concentriques irrégulières. La cassure, outre les empreintes végétales, a tout à fait le même aspect que celle des tufs de Meximieux; le calcaire est jaune-clair, très compact, très dur, et offre dans ses fissures un dépôt ferrugineux d'un brun presque noir.

Indépendamment de la question d'âge, dont il sera parlé ci-après, ce gisement présente, par rapport à celui de Meximieux, deux particularités; d'abord sa superposition stratigraphique est très facile à constater, et ensuite il n'est pas isolé, il est accompagné d'autres couches qui constituent un ensemble intéressant à étudier.

Au point de vue stratigraphique, ces travertins, au lieu d'être en quelque sorte perdus au milieu de formations tertiaires, couvertes de végétation, reposent très visiblement sur les calcaires bathoniens, qui forment le premier gradin des montagnes du Bugey; et ils sont séparés, par toute la hauteur de cette falaise jurassique (100 à 150 m.), des argiles tertiaires qui viennent butter contre le pied de cette falaise et se relient par des pentes douces à l'immense plaine de cailloux roulés qui va rejoindre la rivière d'Ain. On peut suivre ces terrasses tertiaires depuis Ambérieu et les bois de Bettant au sud, jusqu'à Ambronay, dans les communaux de Mer-

(1) Dans la carte de l'Etat major au 80,000^e, dans la carte géologique à la même échelle, et dans celle du Service vicinal au 100,000^e, les deux premières lettres du mot *Cozance* reposent exactement sur le gisement.

(2) Elle en est séparée par une rangée de maisons, qu'il faut contourner.

land, et enfin jusqu'à Soblay, dans le nord. Les lignites qu'ils contiennent, bien connus à Soblay, ont fait pendant quelque temps l'objet d'une exploitation à Douvres même, de l'autre côté du torrent de la Cozance. Enfin, ces argiles tertiaires peuvent se voir, avec des débris informes de coquilles, au pied de la colline qui porte les travertins, sur le chemin décrit plus haut, à la croix de St. Christophe. Il y a donc séparation complète entre les travertins et les autres dépôts tertiaires de la localité.

Le dépôt, a-t-il été dit en outre, n'est pas isolé. En effet, dans le talus même où se rencontrent les premiers blocs de travertin, on trouve mélangés à ceux-ci des morceaux d'un autre tuf très ferrugineux, avec un faible mélange de calcaire beaucoup plus grenu et presque friable. Au dire des vigneron, toutes les fois que l'on fouille un peu profondément le sol des vignes sur la pente du coteau, on met à nu des pierres ferrugineuses semblables. Le calcaire à végétaux est certainement situé plus haut que ce dernier dépôt, mais lui est-il réellement superposé? Cela ne paraît pas probable. Car là où l'on peut voir les calcaires en place, ils reposent directement et sans intermédiaire, sur le Bathonien. Le dépôt ferrugineux semble donc constituer une sorte de placage recouvrant seulement le flanc du coteau.

D'autre part, si l'on reprend le chemin que l'on avait quitté, après le brusque coude à gauche, déjà signalé, il en fait un second, aussi brusque, à droite. Près de ce second coude, on observe à droite du chemin, une espèce de poudingue à ciment compact, d'un rouge brique, tranchant complètement sur toutes les roches environnantes. Un peu plus haut, dans le même chemin, sur une longueur de 200 ou 300 mètres, presque horizontale, la roche calcaire qui en forme le sol ne se compose plus que de ce même ciment, complètement dépouillé des galets étrangers, qui constituaient le poudingue. Ce calcaire présente un grain rugueux analogue, comme sa couleur, à celui de la brique. Mais ce qu'il offre de plus remarquable, c'est qu'il est presque partout percé par une foule de petites tubulures très contournées et très ramifiées. Ce dernier caractère, joint à la couleur propre de la roche, la distingue absolument de toutes celles qui sont connues dans le département de l'Ain.

Il y aurait donc eu, sur le plateau, à 300 ou 400 mètres en arrière de la crête, une source calcaire puissante, qui se serait épanchée du côté de la plaine, en formant une série de cascates sur les pentes jurassiques; dans les points déjà éloignés de la source, le calcaire est devenu moins ferrugineux, l'oxyde de fer s'est alors

principalement déposé dans les fissures ; mais, plus loin encore, sur le flanc du coteau, il a, au contraire, constitué à lui seul la plus grande partie du tuf plus tendre qui se formait.

Les empreintes végétales sont assez abondantes dans le calcaire dur, qui ressemble à celui de Meximieux. Mais il est difficile d'obtenir de bons échantillons permettant d'observer nettement le contour des feuilles. Les moins imparfaits de ces échantillons ont été soumis à M. de Saporta, qui a eu l'obligeance de les examiner, et formule ainsi dans une lettre, adressée à M. Munier-Chalmas, son appréciation : « Les empreintes sont malheureusement frustes et peu déterminables, et j'aurais désespéré de pouvoir donner un avis motivé, si l'un des plus petits fragments ne m'avait offert une feuille du *Cinnamomum Buchii*, de Heer. — L'espèce est si connue et si bien caractérisée, que je n'hésite pas à croire ce travertin plus ancien que celui de Meximieux et franchement miocène. Il n'y a plus de *Cinnamomum* à Meximieux. A OEningen même, ils sont déjà assez rares. Mais on les observe dans les travertins de Vesoul (Haute-Saône) qui pourraient bien être du même âge que ceux explorés dans l'Ain, par M. Boistel. — Il existe encore dans la même région, à Brognon, des calcaires concrétionnés, qu'on pourrait rapprocher de ceux-ci : pourtant l'assimilation avec ceux de la Haute-Saône me semble la plus naturelle, et l'horizon serait celui du Miocène moyen ou moyen-inférieur, approximativement du Mayencien ou de l'espace vertical, qui s'étend jusqu'à l'OÉningien, sans pouvoir dépasser ce dernier terme. C'est tout ce que je puis dire, d'après l'unique espèce réellement déterminable. Peut-être pourrait-on encore signaler, mais avec doute : le *Quercus elaena* Ung. et le *Laurus primigenia* Ung. Ces deux espèces, moins certaines comme attribution, amèneraient aux mêmes conclusions en ce qui concerne l'âge, c'est-à-dire au Miocène un peu inférieur. — Voilà tout ce que je puis dire ; mais il y aurait justement intérêt à des recherches de M. Boistel, pour recueillir de nouveaux échantillons, et arriver par eux à des résultats plus définitifs. »

Les tufs ferrugineux, fort peu abondants à la surface du sol, et qui n'ont pu être vus en place, n'ont donné qu'un seul fossile. C'est le moule extérieur d'un *Helix*, que M. Munier-Chalmas regarde comme au moins très voisin de l'*Helix aquensis* Marcel de Serre. Cette détermination concorde complètement pour l'âge du dépôt, avec celles de M. de Saporta, et devrait faire, par conséquent, considérer les travertins de Douvres, comme notablement plus anciens que ceux de Meximieux, qui sont pliocènes.

Il convient d'insister un peu sur la ressemblance extérieure que

le travertin en place présente à Douvres avec les roches bathoniennes sur lesquelles il repose. La cassure fraîche, lorsqu'elle ne rencontre pas de feuilles ou de joints ferrugineux, présente également le même aspect, quant à la texture et quant à la couleur café au lait clair. Il est donc possible que des travertins du même genre existent sur d'autres points du Bugey, et aient échappé jusqu'ici aux recherches des géologues. Ces travertins pourraient appartenir à des époques très diverses. C'est ainsi que j'ai rencontré, sur la commune d'Ambérieu, à droite du chemin qui monte des Allymes à Breydevent, au milieu du calcaire à polypiers bajocien, un lambeau vertical de calcaire jaunâtre, compact, présentant des tubulures contournées analogues à celles qui ont été décrites plus haut, et empâtant un morceau d'une grande bivalve à cassure fibreuse, rappelant celles que l'on trouve dans le Bajocien de la même contrée.

M. P. Fischer annonce qu'il a vu récemment dans une des vitrines de la collection malacologique du Muséum d'histoire naturelle de Paris un fossile très intéressant : le type du genre *Ammonoceras* (*A. glossoideum* Lamarck).

Lamarck, en 1812 (Extrait d'un Cours, p. 123), avait proposé le nom générique *Ammonocératite*, pour désigner un fossile de sa collection, mais ce nom n'étant ni latinisé, ni accompagné de description ou de figure, n'avait aucune valeur. En 1822 (Hist. nat. des Anim. sans vert, vol. VII, p. 644), Lamarck donna une caractéristique et changea le nom générique en *Ammonoceras*. Par inadvertance les deux espèces de ce genre sont nommées par lui *Ammonoceratites glossoidea* et *compressa*. Plus tard Chenu a figuré la première espèce citée : *Ammonoceras glossoideum* (Manuel de Conchyl., vol. I, p. 90, fig. 391).

Comme Lamarck indiquait l'existence de ce fossile dans sa collection, j'avais prié notre savant confrère M. de Loriol de vouloir bien l'examiner. Il me répondit qu'il n'existait pas au Musée de Genève, où est conservée la collection de Lamarck.

L'échantillon, type de l'*A. glossoideum*, est composé de trois fragments qui font supposer que l'individu entier avait de très grandes dimensions, d'autant plus que sur le plus large fragment on aperçoit partout des lobes et des selles et que par conséquent la chambre d'habitation manque.

Les fragments sont arqués, mais leur face dorsale ou interne montre clairement une dépression correspondant à la saillie du tour précédent. L'extrémité postérieure du plus petit fragment a

subi une compression bilatérale qui a fait croire à Lamarck que son fossile s'arrêtait là et devait être simplement arqué et non discoïde.

Les lobes sont extrêmement arborisés, mais leur disposition et leur nombre concordent avec ceux des *Lytoceras*. La surface a été lisse ou peu ornée. Les tours étaient arrondis.

En somme, l'*Ammonoceras glossoideum* est un *Lytoceras* incomplet. Lamarck l'avait reçu, dit-on, de Pondichéry. Je ne puis l'identifier avec les *Lytoceras* de l'Inde, mais je ferai remarquer que Stoliczka a figuré (Palæont. Indica, pl. LXXX) un *Lytoceras* de la Craie atteignant de grandes dimensions (*L. Mahadeva* Stol.) et appartenant au groupe du *L. subfimbriatum* d'Orbigny.

Il resterait à examiner l'*Ammonoceras complanatum* Lamarck, dont le type fait partie de la collection DeFrance, et qui est caractérisé par des côtes très écartées.

L'*Ammonoceras* provient donc d'une Ammonite à tours contigus et non d'une Ammonite déroulée, comme on aurait pu le supposer d'après la description de Lamarck et les figures de Chenu. Cette Ammonite appartenait probablement au genre *Lytoceras*.

M. MUNIER-CHALMAS pense que dans ces conditions le genre *Lytoceras* doit prendre le nom plus ancien d'*Ammonoceras*.

M. P. FISCHER trouve que le nom d'*Ammonoceras* doit tomber en synonymie, ce genre n'ayant pas été suffisamment caractérisé par Lamarck.

M. DOUVILLÉ, à l'appui de l'opinion de M. Fischer, fait observer qu'un nom générique ou spécifique ne prend rang dans la science qu'à partir du jour où il a été clairement défini. Si donc le genre *Ammonoceras* est bien un *Lytoceras*, comme vient de nous l'apprendre notre confrère, ce nom doit porter la date de 1890 et par suite doit être rejeté en synonymie.

Le Secrétaire dépose sur le bureau la note manuscrite suivante :

**Etude sur la formation tertiaire de la région
Théziers-Vacquières (Gard),**

par M. Caziot.

Les collines de Vacquières-Théziers ont déjà été étudiées par MM. l'abbé Berthon, de Saporta, Marion et Tournouër(1) et viennent d'être l'objet de nouvelles recherches, par M. l'abbé Boulay, professeur à l'université catholique de Lille, qui a fait paraître, dans les Annales de l'Académie de Vaucluse(1889), un très intéressant mémoire sur la flore pliocène de ce petit coin de Provence.

Fontannes a aussi étudié ce gisement, et on constate dans sa « *Note sur la présence des dépôts messiniens dans le bas Dauphiné septentrional*, » qu'il n'est nullement d'accord avec MM. de Saporta et Marion, sur les rapports stratigraphiques des assises qu'on y observe. La discordance que ces auteurs indiquent, entre les couches supérieures du groupe de Théziers et la colline de Vacquières, ne lui a pas non plus paru évidente.

Je n'ai pas la prétention de rectifier les erreurs qui auraient pu être commises, mais j'apporte de nouveaux renseignements qui, à l'aide de leurs coupes et des découvertes faites par M. l'abbé Boulay, compléteront cette étude si intéressante.

Je rappelle, pour mémoire, que la formation géologique, dans laquelle ont eu lieu ces recherches, forme un bassin limité sur la rive droite du Rhône, entre Aramon, Estezargues, Domazan et Fournès, aux ravins si pittoresques, et borde, sur une légère épaisseur, la rive gauche du Gardon, entre Comps et Remoulins.

Ce bassin est constitué par les argiles plaisanciennes, qui atteignent leur plus haute puissance dans le voisinage du Rhône et du Gardon, représentant un dépôt marin, formé non loin du continent par les apports d'un cours d'eau douce qui venait se jeter à Vacquières, dans la mer pliocène, en transportant avec lui, des terres, des feuilles et des débris de végétaux.

La mer remaniait ces éléments et leur donnait cette stratification régulière et concordante, si remarquable dans tout l'ensemble de la formation.

(1) *Bull. Soc. Géol.* 1849-50, 2^e sér., 1873-74, 3^e sér.

Ces argiles sont des dépôts de mer profonde et elles sont surmontées, à Vacquières, par un ensemble de petites couches, disposées dans un estuaire et caractérisées par une immense quantité de *Potamides Basteroti* et mêlées, en certains points, avec des débris de végétaux, de planorbes, de *Cardium* et d'*Unio*.

M. l'abbé Berthon, en 1849, et MM. de Saporta et Marion, en 1873, avaient bien signalé l'existence de cet estuaire, mais les coupes que j'ai relevées, ainsi que les découvertes de M. l'abbé Boulay, ont permis de préciser certaines circonstances locales des phénomènes de l'époque.

Il est à remarquer qu'à l'époque où MM. de Saporta et Marion écrivaient leur mémoire sur Thézières, on croyait que la mer pliocène ne s'était pas avancée au-delà de Bollène.

Fontannes, qui s'est appliqué avec succès à reconnaître les changements produits à cette époque dans le régime relatif des fleuves et des mers, dit, en termes formels, que la mer, au début du Pliocène, remontait la vallée du Rhône jusqu'aux portes de Lyon et qu'elle ne s'en retira que successivement, par étapes.

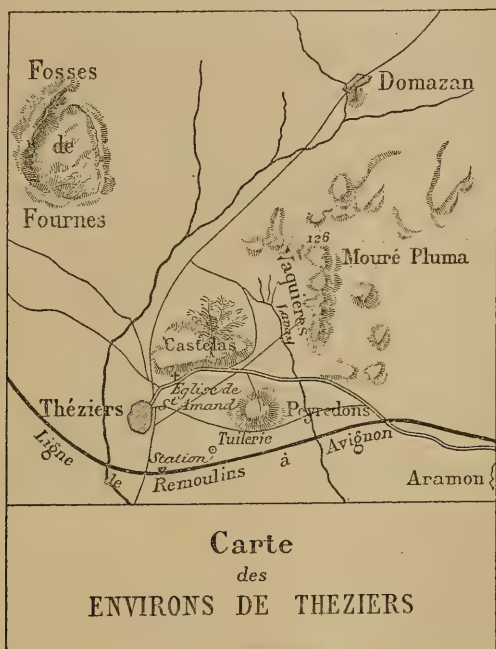
Les eaux douces, d'autant plus puissantes alors que le climat était plus tempéré et plus humide, coulaient en abondance sur le sol récemment délaissé attestant, par les formations fluvio-marines, les oscillations fréquentes du sol et les déplacements compliqués des cours d'eaux et des rivages maritimes.

Ce retrait de la mer doit être dû certainement au soulèvement des Alpes. Les dépôts argileux de la mer pliocène sont là pour attester la puissance du phénomène et la grandeur des résultats dont il fut suivi. Ces dépôts commencent au pied des Pyrénées en Roussillon, Montpellier et s'étendent encore plus au Nord d'Hautes-rives jusqu'à Loir, près de Givors. Il n'existe plus que des îlots ou des débris ; tout le reste a été emporté par des érosions d'une puissance énorme.

Tout porte à croire que ces dépôts, dont l'épaisseur atteint 60 mètres dans la plaine de Thézières, provenaient surtout, soit de terrains antérieurs remaniés par la mer, soit de l'intérieur des continents. On peut supposer, avec une certaine probabilité, des cours d'eau plus puissants et plus nombreux que ceux de nos jours. Il faut d'ailleurs bien se pénétrer qu'à cette époque tout le Plateau Central était violemment agité par des éruptions volcaniques et que les Alpes venaient d'être soulevées à des hauteurs sans doute beaucoup plus considérables qu'elles ne sont maintenant. On conçoit dès lors que le régime des eaux était loin d'être tranquille comme de nos jours et que des masses énormes d'argiles, de sables

étaient sans cesse entraînées vers la mer, au sein de laquelle venait se perdre le cours d'eau signalé à Vacquières. Celle-ci baignait alors les montagnes du Midi, du département du Rhône, de l'Ardèche et du Gard et entraînait dans les fiords nombreux du littoral partout très découpé (1).

A la suite de leurs recherches dans l'estuaire de Vacquières, MM. de Saporta et Marion n'avaient recueilli qu'un petit nombre de plantes fossiles mal conservées, dont une seule était commune avec celles peu nombreuses de Meximieux. Les résultats nouveaux, acquis par les recherches de M. l'abbé Boulay portent à 45, au lieu de 12, le nombre des espèces trouvées en ce point et jettent un jour nouveau sur la physionomie de la flore et du climat pendant la période pliocène dans la vallée du Rhône.



La colline de Vacquières (voir le plan ci-joint) dont le sommet porte le nom de Mouré Pluma (altitude 129^m sur la carte de l'Etat major), est parcourue par de nombreux et profonds ravins dont le principal divise la colline en deux parties. Celle de droite (est) est à peu près complètement dépourvue d'intérêt pour le paléonto-

(1) Fontannes. Les terrains tertiaires de la région Delphino-Provençale du bassin du Rhône.

logiste(1) ; celle de gauche comprend deux étages superposés et bien tranchés. La base est constituée par les argiles plaisanciennes blanches ou jaunes, surmontées par une couche de *Scrobicularia piperata* et de *Nassa semistriata* (voir les coupes de MM. de Saporta et Marion), au sommet de laquelle existe, *non pas deux*, mais un seul niveau de *Congeria sub-Basteroti* et de *Potamides Basteroti* ; ce dernier fossile, caractéristique des embouchures, abonde dans toutes les couches marneuses supérieures de la colline de Vacquières, où l'on rencontre des débris de végétaux. Sa distribution n'a pas été exactement décrite dans les notices antérieures déjà citées : il ne se trouve que là. Il est absent de la butte de Peyredons, au Castelar et à la partie ouest de Vacquières (voir le plan). Fréquent en certains points, sur une épaisseur de 2 à 3 mètres, il atteint et même dépasse la couche charbonneuse supérieure, mêlé avec des débris de planorbes, d'*Unio* et de *Cardium rastellense*, espèce sub-marine. Il disparaît vers le bas, lorsqu'on atteint les couches marno-sableuses régulièrement stratifiées. En certains points, il existe en effet deux niveaux de potamides, et M. l'abbé Boulay en a donné la raison. Le cours d'eau, dont les dimensions devaient être sensiblement de 10 à 15^m de largeur sur 2^m de profondeur, était sujet à des crues, pendant lesquelles la nappe d'inondation recouvrait la vallée marécageuse à droite et à gauche sur une largeur totale de 300 à 500 mètres. A une certaine époque, ces phénomènes prirent fin et une grande nappe de sable recouvrit ces mêmes eaux ; la rivière prit alors une nouvelle direction et l'on constate, quelques mètres plus haut, une seconde couche gréseuse (on verra plus loin la formation de la première) et entre ces deux couches, un dépôt marneux bleuâtre avec gypse (il s'en trouve d'ailleurs à peu près partout dans la colline) et des débris de végétaux et de *Potamides Basteroti*, puis une couche charbonneuse, et enfin les grès et de puissants dépôts de sables.

Cette récurrence, expliquant le deuxième niveau de potamides, a succédé sans doute à un mouvement du sol ; le massif tout entier s'inclina (l'abbé Berthon avait déjà remarqué que les couches étaient généralement inclinées au S. E., d'environ 22 degrés) et le cours d'eau, diminué, fut rejeté à environ 20^m plus à l'est.

Les potamides ne sont d'ailleurs pas roulés ; ils sont bien en place, ainsi qu'on peut le constater, en piochant le terrain intact et non remanié.

(1) L'érosion a tellement été active depuis 40 ans, que la coupe si précise de l'abbé Berthon ne s'applique nulle part avec une exactitude suffisante.

Le 2^e étage de la partie gauche de la colline est gréseux ou arénacé. Il est nettement accusé par une assise de grès résistant, formant une couche saillante et continue, s'étendant de l'ouest à l'est, sur tout le front de la colline et pouvant servir de point de repère aux géologues qui viendront visiter ces collines.

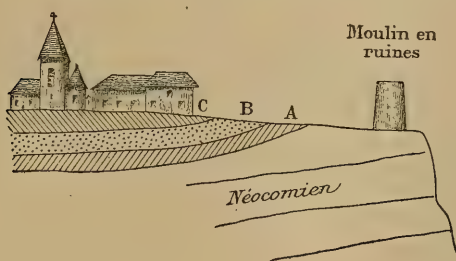
Ces grès semblent être des sables agglutinés sous l'eau, par un ciment ferrugineux, car ils font effervescence avec les acides.

Cette assise de grès est recouverte par un dépôt de sables jaunes à stratification entrecroisée, mesurant 15 à 20 m. sous le point culminant de Mouré Pluma, donnant l'idée de dunes pliocènes.

Le diluvium alpin termine la série au sommet de la colline.

Ainsi que l'ont déjà fait remarquer les auteurs déjà cités, la mer tertiaire venait battre les rochers néocomiens et baignait des îlots formés par la mer miocène. Le village de Théziers est assis sur un de ces îlots, et l'étude de ce *récif* et des anciennes falaises voisines conduit aux conclusions qui sont émises à la suite des coupes ci-jointes, venant à l'appui de Fontannes, qui, à propos de Théziers, avait cru reconnaître des rapports stratigraphiques entre l'ensemble des dépôts caractérisés par les *Ostrea cochlear*, *Congerina simplex*, *Melanopsis Matheroni* et la butte mollassique, contre laquelle ils s'appuyaient.

Fig. 1.
Coupe dirigée du nord au sud à Théziers.



A et B ont une très faible épaisseur.

A. — Mollasse calcaire à bryozoaires disloquée avec mélobésies et cailloux à la base.

B. — Mollasse plus compacte à bryozoaires avec conglomérats verdâtres du Néocomien perforés par les lithophages de la Mollasse.

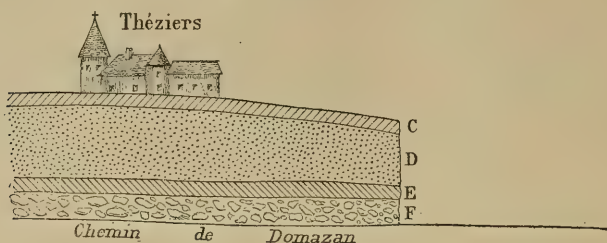
C. — Mollasse à *Pecten præscabriusculus* sur laquelle est bâti le village de Théziers.

Les argiles plaisanciennes sont en contact avec la Mollasse à l'ouest de cette coupe.

Si maintenant, traversant Théziers dans la direction de cette première coupe, on prend le chemin de Domazan, on se trouve en présence, sur la gauche, à la sortie même du village, des couches

puissantes de la Mollasse (25 mètres environ) offrant les séries suivantes :

Fig. 2.



- C. — Continuation de la couche précédente C. 2^m50
 D. — Mollasse compacte à gros grains à la base, avec nombreuses failles. Fossiles très rares. 20^m
 E. — Couche à bryozoaires, térédos, mélobésies, offrant à la surface supérieure une magnifique série de *Tripeustés Parkinsoni* et autres échinides. 2^m
 F. — Assise pétrie de bryozoaires, de *Pecten* et de coquilles bivalves.

C'est une falaise pliocène avec *Hinnites* et mollusques lithophages.

Quelques pas plus loin, sur la droite du chemin construit en déblai, se continue la série dont les couches sont inclinées du nord au sud et de l'est à l'ouest.

Fig. 3.

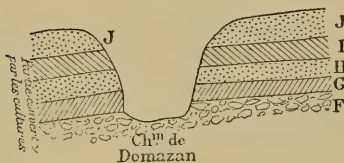
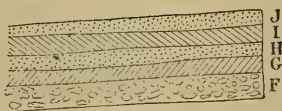


Fig. 4.



Chemin de Domazan.

- F. — Couche à nullipores, bryozoaires et *Pecten*. 2^m
 G. — Couche argileuse compacte. 1^m
 H. — Banc compact avec gros *Pecten*. 0^m60
 I. — Couche semblable à la couche H avec cailloux perforés du Néocomien de patine verdâtre. Térébratules, dents de squales. 1^m50
 J. — Assise avec nombreux *Dreissensia simplex*, *Neritina micans*, *Melanopsis Matheroni*, *Cardium Bollenense*, *Arca*, etc.

Cette dernière assise, de très faible largeur et épaisseur sur le côté droit, se prolonge et se continue de l'autre côté du chemin encaissé et se perd dans les terres labourées.

La série de l'étage pliocène se continue par une couche argileuse

de 1 m. d'épaisseur environ, pétrie d'*Ostrea cochlear*, *Dentalium sexangulum* et différents *Anomia*, visible sur le chemin qui, s'embranchant à gauche, conduit au moulin à vent de Théziers.

Les argiles jaunes surmontent cette couche. Le diluvium termine la série.

CONCLUSIONS.

L'examen de ces couches conduit à admettre que la mollasse de Théziers est de l'Helvétien inférieur.

Tout l'Helvétien supérieur manque. Ce sont les couches à congéries qui reposent sur la mollasse à peignes. La séparation du Miocène et du Pliocène a lieu, dans l'opinion de M. Depéret, à la couche J. Cette dernière, d'eau saumâtre, est l'équivalent exact de la couche 5 de MM. de Saporta et Marion, tandis que les couches marines 2 et 5 des mêmes auteurs, sont des couches marines et paraissent appartenir toutes de même au Pliocène. L'*Ostrea cochlear*, en particulier, est même considéré, par Fontannes, comme caractéristique du Plaisancien.

Fig. 5.



Pour bien fixer les idées sur le système Théziers-Vacquières, je présente ici une coupe hypothétique, déduite des coupes précédentes. (1).

(1) Une nouvelle course effectuée depuis l'impression de ce mémoire, m'a permis de constater que le cours d'eau signalé à Vacquières n'avait pas les dimensions réduites que lui supposaient les auteurs précités, tout au moins son delta avait-il un grand développement, car on retrouve, dans les mêmes argiles plaisanciennes, qui constituent une partie des collines, au N.N.E. de Domazan, le lit de débris de végétaux auquel sont associés des débris de planorbes, *Bythinia* et de *Potamides Basteroti*, au lieu appelé Paradou, indiquant un niveau analogue aux couches supérieures de Vacquières.

En un point plus rapproché du Domazan et toujours sensiblement au même niveau, au lieu dit Keladou, on constate la présence, au-dessus des argiles, d'un lit de calcaire très compact, gréseux, pétri d'empreintes végétales, sur une épaisseur de un mètre environ, surmonté de sables pliocènes recouverts par les cailloux roulés du diluvium. D'après notre savant collègue M. Depéret, à qui j'ai fait part de ma découverte, c'est évidemment un faciès fluvial de l'Astien. Enfin, en continuant sa marche dans la direction de Vacquières, on trouve à chaque instant le *Potamides Basteroti* sensiblement au même niveau. Ce niveau saumâtre peut surtout être bien étudié au lieu appelé Picholet, où la trace de végétaux, de coquilles brisées, parmi lesquelles j'ai pu discerner un *Cardium* et une *Nassa*, indique un estuaire au milieu d'une formation marine.

Je poursuivrai ces recherches et je ne doute pas que je trouverai, en beaucoup de points, les traces du delta pliocène, dans les collines, qui bordent la plaine de Fournès, Remoulins et Saint-Hilaire d'Oizillan (Gard).

(Note insérée pendant l'impression).

Séance du 5 Mai 1890

PRÉSIDENCE DE M. MUNIER-CHALMAS, VICE-PRÉSIDENT

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame Membre de la Société, M. le Dr H. HAAS, Professeur à l'Université de Kiel (Holstein), présenté par MM. Mayer-Eymar et Douvillé.

Il annonce une présentation.

M. **Frossard** présente une note sur les roches métamorphiques de Pouzac (Haute-Pyrénées) et s'exprime ainsi :

En poursuivant l'étude géologique du gisement de Pouzac (Hautes-Pyrénées), après avoir constaté l'état des terrains éruptifs (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 3^e série, t. XVII, p. 348, séance du 4 février 1889), nous sommes amenés à examiner les roches métamorphiques encaissantes.

Ces roches sont variées, confuses et fragmentaires, très rarement simples, habituellement abondantes, en druses cristallines, pétries dans leur masse de cristaux métalliques ou siliceux. On n'y trouve, malgré des recherches acharnées, aucune trace de débris fossiles, ni aucun indice de stratification ; elles paraissent dépendre essentiellement de la syénite. Au contact du gneiss et de la granulite vers Ordizan et sur la route de Hauban, le schiste à fucoïdes se trouve récent ou injecté de quartz, quartzite et pyrite. L'ophite de Palassou paraît avoir peu agi sur les roches encaissantes, des amas de talc blanc et verdâtre bordent l'ophite au nord de la Serre d'avant et au midi vers le chemin de Pouzac à Hauban. Par contre, la sablière syénitique est enveloppée de calcaires cristallins et ces roches métamorphiques se continuent sous leur aspect excessivement varié jusqu'à Monloo.

Nous en avons étudié et décrit tout le détail ; nous vous épargnons ces minuties. Voici le sommaire de la plupart des roches observées : grès à actinote, geysérite ou quartz thermogène, roches alumineuses, amphiboliques, sables amphiboliques, talc chloriteux, marne talqueuse, talc argileux à couseranite, chlorite à magnétite, marbres, calcaires cristallins et terreux, calcaire à quartz, à trémolite, à actinote, à talc, à albite, à dipyre, à couseranite, à chlorite, à oligiste, dolomie ; cette dernière roche est très peu abondante.

Nous avons pu trouver, dans le gisement de Pouzac, cinquante-deux espèces minérales dont plusieurs offrent diverses variétés et parfois des formes cristallines nouvelles ou une composition insolite.

M. SEUNES fait observer à la suite de la communication de M. Frossard que les roches éruptives de Pouzac sont situées dans une cassure transversale parallèle à la vallée de l'Adour. Les strates crétacées et tertiaires, qui se développent au nord de ces roches sur la rive droite de l'Adour, sont en regard de la série ancienne, située sur la rive gauche. Cette dernière formation est traversée par de nombreux filons de quartz, de granulite et de pegmatite ayant déterminé des phénomènes métamorphiques très intenses.

M. Seunes fait ensuite une communication sur des filons de porphyrite qu'il a observés récemment dans les couches cénomaniennes d'une carrière située à Salla au sud d'Arcangues (Basses-Pyrénées). Sur une étendue de 15 mètres, on ne compte pas moins de cinq filons de 0^m80 à 5 mètres d'épaisseur. Les couches en contact de la roche éruptive présentent des phénomènes métamorphiques.

M. de Lapparent fait la communication suivante :

De la mesure du temps par les phénomènes de sédimentation

par M. A. de Lapparent.

A diverses reprises, on a essayé d'apprécier le temps qui avait pu être nécessaire à la formation de l'écorce sédimentaire, en se basant sur l'activité actuelle des phénomènes d'érosion et de dépôt. Traitée en 1850 par M. Alfred Tylor (1), plus tard par M. J. Croll (2), cette question a fait, il y a peu d'années, l'objet d'une note importante de M. Archibald Geikie (3) et le même auteur en a donné, dans la seconde édition de son *Textbook*, un intéressant résumé. Il y faisait voir que le jeu des phénomènes actuels, bien que leur intensité soit minime en apparence, suffisait à produire des effets qui n'étaient nullement négligeables, et qu'ainsi on aurait tort de céder au penchant de faire intervenir, dans l'histoire du globe, ces incalculables périodes auxquelles certaines écoles font si volontiers appel.

Le progrès continu des études de géophysique permet aujourd'hui

(1) *Philosophical magazine*.

(2) *Climate and time*.

(3) *Transactions of the geological Society of Glasgow*, III.

d'appliquer à cette recherche des données un peu plus précises que celles qui avaient servi de base aux précédents auteurs. D'une part le relief de la terre-ferme est beaucoup mieux connu depuis quelques années. Ensuite la connaissance du régime des fleuves, qui sont les agents les plus actifs dans l'œuvre de la transformation de l'écorce, s'est enrichie de bon nombre d'observations, que M. J. Murray, l'éminent naturaliste du Challenger, s'est appliqué à réunir dans un travail inséré au *Scottish Geographical Magazine* de 1887. Profitant de ces données nouvelles, nous allons essayer de faire la part des divers facteurs qui doivent être pris en considération. — Bien entendu, il ne s'agit pas ici d'évaluations exactes. Supposer que les forces naturelles agissent toujours dans la même mesure qu'aujourd'hui serait faire une hypothèse aussi gratuite qu'invraisemblable. Du moins, on peut se proposer d'apprécier l'ordre de grandeur des quantités à mesurer et, puisqu'il est certain que nous vivons à une époque de calme relatif, où les agents de destruction ne manifestent qu'une activité modérée, les relations mutuelles de la terre ferme et de l'Océan demeurant très stables dans l'ensemble, il n'y a pas de témérité à admettre que la considération de cette activité permet de fixer, dès à présent, un maximum, au-delà duquel il est peu probable que s'étende la durée totale des périodes sédimentaires.

On estime que les 19 principaux fleuves du globe, pour un débit annuel total de 3.610 kilomètres cubes, amènent à la mer une masse de matières solides en suspension égale à 1 kilomètre cube et 385 millièmes (ce qui fait, en volume, une proportion de 38 pour 100.000). Or, le débit de tous les fleuves terrestres pouvant être évalué à environ 23.000 kilomètres cubes, la même proportion, appliquée à ce chiffre, donne un apport solide annuel de 10 kilomètres cubes et 43 centièmes.

Cherchons maintenant à nous faire une idée de la part qui revient à l'érosion marine. Au premier abord, il semble que cette part doive être considérable, et quiconque a entendu le fracas des vagues qui se brisent contre les falaises, en y projetant leur mitraille de galets, quiconque a été témoin de ces énormes éboulements, dont les rivages maritimes sont si souvent le théâtre, aura peine à croire que, dans la destruction des continents, l'action de la mer ne soit pas un facteur prépondérant. Ce serait pourtant une grosse erreur, comme il va être facile d'en juger.

Les géologues anglais paraissent d'accord pour penser que le recul moyen des côtes anglaises, sous l'effort des vagues, est certainement inférieur à 3 mètres par siècle. Admettons cette donnée et supposons que l'altitude moyenne des rivages soit de 50 mètres, ce

qui est plutôt supérieur à la réalité. Cette ablation séculaire de 3 mètres, c'est-à-dire ce recul annuel de 3 centimètres, fera disparaître, chaque année, un mètre cube et demi par mètre courant, c'est-à-dire 1.500 mètres cubes par kilomètre.

D'autre part, si l'on prend dans l'ouvrage d'Elisée Reclus (*Les Continents*) la proportion qui existe, dans chaque unité continentale, entre la surface de la terre et l'étendue des côtes, et qu'on y applique les chiffres les plus récents relatifs à la superficie de la terre ferme, on trouvera que la longueur totale des rivages maritimes peut être évaluée à 200.000 kilomètres. Dans ce cas, avec le chiffre admis, l'ablation annuelle serait de 300 millions de mètres cubes, c'est-à-dire de *trois dixièmes de kilomètre cube*. Elle n'atteindrait donc pas *trois pour cent* de l'érosion continentale ! Encore ce chiffre est-il un maximum ; car les Iles Britanniques, en raison de la violence avec laquelle s'y portent les vagues, poussées par les tempêtes du sud-ouest, peuvent être considérées comme un des points du globe où l'action marine est la plus active. Et, en outre, dans la supputation des côtes, nous avons dû faire entrer en ligne de compte des mers sans marées, comme la Méditerranée, et d'autres, comme la mer Rouge et la Baltique, où l'activité de l'érosion est certainement beaucoup plus faible. Néanmoins, nous maintiendrons ce chiffre de trois dixièmes de kilomètre cube, pour faire ainsi la part d'un autre élément, dont l'appréciation exacte serait aujourd'hui impossible ; nous voulons parler de ce que transportent les glaciers circumpolaires et de tous les matériaux que détachent et charrient les banquises littorales.

Reste l'action dissolvante des eaux continentales. Celle-là est fort importante, quoique silencieuse. En se fondant sur les travaux des commissions anglaises, américaines et internationales qui ont étudié spécialement la composition des eaux des rivières, particulièrement pour le Mississipi, le Danube et la Tamise, M. Murray en fixe le montant à près de *cinq kilomètres cubes par an* (exactement 4,92).

L'ensemble de ces trois chiffres : 10,43 ; 0,3 ; 4,92, nous donne 15,65 ; soit, en nombres ronds, *16 kilomètres cubes*. Voilà donc ce que perdent annuellement les continents ; et remarquons que ce total concourt, dans son entier, à l'œuvre de la sédimentation ; car les matériaux solides sont déposés sous forme de couches argileuses ou arénacées, et les matières dissoutes, parmi lesquelles dominent le carbonate de chaux et la silice, sont destinées à être un jour incorporées dans les dépôts d'origine organique ou chimique.

Cela posé, comme il résulte des études récentes de MM. J. Murray,

Penck, Supan et de Tillo, que l'altitude moyenne, supposée uniformément répartie, de la terre ferme, est d'environ 700 mètres; comme d'autre part la surface totale des continents est de 145 millions de kilomètres carrés, on peut chercher à prévoir à quel moment cette surface uniforme serait amenée par l'érosion jusqu'au niveau de la mer. En effet, l'ablation annuelle de 16 kilomètres cubes fait perdre au plateau continental de 700 mètres une hauteur h telle que $h \times 145.000.000 = 16$, ce qui donne $h = \frac{11}{100}$ de millimètre. Mais, quand les continents perdent un volume égal à leur surface S , multipliée par h , les matières, en s'accumulant dans la mer, déterminent chez celle-ci, dont la superficie est S' , une surélévation h' telle, que $S'h' = Sh$ donc $h' = \frac{S}{S'}h$ et comme, d'après les chiffres les plus récents de M. Murray, on a $\frac{S}{S'} = \frac{100}{252}$, il en résulte que h' est égal à $\frac{11}{252}$ de millimètre. Ainsi, pendant que le plateau continental s'abaisse de $\frac{11}{100}$ de millimètre, la mer monte de $\frac{11}{252}$, c'est à dire qu'en réalité l'altitude du plateau, relativement à la surface marine, a diminué de $\frac{11}{100} + \frac{11}{252}$, soit 155 millièmes de millimètre.

Par suite, autant de fois 0,155 sera contenu dans 700,000, autant de fois il faudra d'années pour raser la terre-ferme. On trouve de cette manière que, dans les conditions actuelles, *quatre millions et demi* d'années devraient suffire pour amener le niveau de la mer juste à la même hauteur que la masse continentale progressivement abaissée. Au bout de cette période (et à supposer, nous le répétons, que les conditions fussent restées les mêmes qu'aujourd'hui, en ce qui concerne l'action mécanique et chimique des eaux courantes et des vagues), l'œuvre de la sédimentation se trouverait forcément interrompue. Et l'on ne peut pas dire que cette hypothèse d'un aplanissement général des continents soit contraire aux faits observés; car il résulte des considérations développées, aussi bien par MM. de la Noë et de Margerie (1) que par M. A. Penck (2), que l'érosion, quand elle trouve le champ libre, doit précisément avoir, pour terme final, la transformation en une plaine presque absolument uniforme, du pays auquel elle s'applique.

Il nous reste à voir ce que deviennent les matières enlevées aux continents. M. J. Murray, qui s'est beaucoup occupé de la répartition des dépôts marins, a bien voulu nous écrire que, dans son opinion, les sédiments *terrigènes*, c'est-à-dire formés par la destruction de la terre-ferme, occupaient environ 20 pour cent de la surface des océans. Ce chiffre doit porter, non sur les 16 kilomètres cubes

(1) *Les formes du terrain.*

(2) *Das Endziel der Erosion.*

représentant la perte subie par les continents, mais sur les onze kilomètres cubes de matières solides entraînées. Ces onze kilomètres, se répartissant sur 73 millions de kilomètres carrés (c'est-à-dire sur le cinquième de la surface océanique), y formeraient chaque année une couche de *15 centièmes de millimètre*, atteignant *750 mètres* au bout de cinq millions d'années. Mais il est évident que cette épaisseur de 750 mètres serait très inégalement répartie et que la puissance des sédiments, presque nulle sur le fond océanique, serait relativement très forte au voisinage des côtes, où il n'est pas téméraire de penser qu'elle pourrait s'élever à *deux* et même *trois mille mètres*.

Or, Dana a évalué aux environs de 45 mille mètres l'épaisseur totale maxima des formations sédimentaires. Encore a-t-il fait entrer dans ce calcul les calcaires, qu'ici nous laissons de côté. Il en résulterait que *quinze à vingt* périodes de quatre millions et demi d'années, soit *soixante-sept à quatre-vingt-dix millions d'années*, suffiraient, *au taux actuel* de la sédimentation, pour rendre compte de tout ce qui s'est produit à partir de la consolidation de l'écorce. On remarquera que ce chiffre reste inférieur à celui de *cent millions*, qui, d'après sir William Thomson, représenterait, en vertu de la distribution de la chaleur interne, le maximum du temps écoulé depuis la constitution des premiers océans capables d'héberger des êtres organisés.

Nous n'insisterons pas davantage sur ces considérations, qui parlent d'elles-mêmes, et nous nous bornerons à en tirer ce double enseignement : d'une part, que l'histoire géologique proprement dite paraît être renfermée dans des limites beaucoup plus étroites que quelques esprits ne sont disposés à l'admettre ; d'autre part, que l'épaisseur connue des anciens sédiments, jointe à ce que nous savons du taux actuel de l'érosion, implique forcément l'idée de *périodes de dislocation*, qui ont changé, à bien des reprises, non sans doute d'une manière subite, mais par un processus relativement rapide, les conditions relatives de la terre ferme et des eaux. Enfin, nous insisterons, en terminant, sur le curieux résultat, déjà signalé plus haut, qui assigne à l'érosion continentale une prépondérance si marquée relativement à l'action marine.

Le Secrétaire dépose sur le bureau la note suivante :

Les Tremblements de Terre

par M. Tardy.

Dans une note précédente, j'ai montré que les dislocations terrestres ou grandes chaînes de montagnes, devaient avoir une origine astronomique, puisque le réseau de ces chaînes produit sur une carte le même ensemble que le réseau des ombres de Mars ou celles de Mercure, que j'ai montré ne pouvoir être autre chose que des chaînes de montagnes (1).

A la suite de quelques observations faites en 1883, lors de la grande éruption du Krakatoa, j'ai cherché les relations qui pouvaient exister entre les tremblements de terre et divers autres phénomènes qui m'ont paru concomitants de ces secousses. Après six ans d'observations, j'ai cru devoir reprendre les listes de secousses de tremblements de terre données par la *Revue astronomique* et les discuter.

Si on prend toutes les années réunies ou une seule année, on voit que les résultats sont concordants, sauf sur un point bien limité. Je n'ai donc, pour simplifier ma tâche, eu recours qu'à une seule année, celle de 1888, dont les renseignements m'ont paru plus complets que ceux des autres années.

Mon étude des tremblements de terre a été très longue, j'ai envisagé les secousses à divers points de vue, et j'ai suivi la méthode qui m'a paru la meilleure. Je ne crois donc pas nécessaire de publier mon étude tout entière. Pour abréger je ne ferai que vous résumer les conclusions diverses auxquelles je suis arrivé dans cette étude accompagnée de nombreux graphiques. Tout d'abord, si on fait la courbe du nombre de secousses de l'année 1888, on voit qu'à partir d'un maximum très élevé ayant lieu en mai, il y a une très grande diminution du nombre des secousses à la fin de

(1) Les dernières expériences de M. Daubrée présentées à l'Académie des Sciences sur la dilatation ou la contraction de ballons élastiques enduits d'un corps non élastique, prouvent, par l'expérience du gonflement produisant seul des canaux, que l'existence de rigoles géminées sur un astre est impossible et incompatible avec tout ce que l'on connaît sur la constitution des astres. Les ombres de Mars n'indiquent donc que des chaînes de montagnes et nullement des canaux.

(Note ajoutée pendant l'impression).

l'année. Cette diminution se produit d'une façon régulière, mais avec des oscillations fréquentes, tendant vers un minimum, qui se trouve à une époque postérieure à l'année 1888, que j'ai considérée seule.

Un astronome d'Alger, M. Bulard, m'ayant dit que la prévision du temps permettait d'annoncer les tremblements de terre, j'ai cherché leurs relations avec le baromètre. Ces relations sont presque nulles. Le baromètre s'arrête seulement un instant dans sa marche, lorsque la secousse a lieu dans un rayon d'environ mille kilomètres autour du baromètre; mais la marche du baromètre reste, après la secousse, ce qu'elle était avant.

Le thermomètre, placé dans le voisinage de la secousse, subit une hausse rapide. Cette hausse se fait sentir à près de mille kilomètres, sous le vent. Vingt-deux heures environ après la secousse, il se produit un trouble dans la direction des vents. La prévision du temps n'annoncerait donc pas les tremblements de terre, mais ces derniers pourraient servir à prévoir le temps.

Il résulte de ces faits et de quelques dégagements de gaz ou de grison à l'occasion de tremblements de terre, que ceux-ci doivent être accompagnés ou produits par le dégagement de gaz internes.

Les gaz de la terre sont des gaz chauds, ils entraînent nécessairement de la vapeur d'eau et immédiatement, en effet, ils troublent la pureté de l'air.

Le Bulletin météorologique de l'Observatoire du Parc Saint-Maur renferme, à la date du 16 avril 1890, toutes les vérifications des indications précédentes, produites par une secousse, dont je dois l'indication à l'Observatoire de Juvisy (Seine-et-Oise), et qui a eu lieu à Suze (Italie), à midi trois quarts, heure de Rome, ou midi, heure de Paris, heure à laquelle les courbes de nébulosité et du thermomètre se dévient brusquement de la marche qu'elles suivent les jours qui précèdent ou qui suivent cette secousse.

Cette secousse trouble aussi, au bout de vingt heures environ, la marche du vent; et les météorologistes parlent alors d'un mouvement giratoire ou cyclone, amenant du mauvais temps sur notre région.

Ces éruptions gazeuses produisent, comme l'éruption de la vapeur sortant d'une chaudière, un grand développement d'électricité qui réagit sur les appareils d'intensité électrique des observatoires. C'est, du reste, le phénomène qui se produit dans l'action des éruptions solaires, agissant sur nos appareils magnétiques. Les protubérances ne sont, en effet, que des jets gazeux s'échappant, peut-être par les taches, des parties internes du soleil.

S'il n'est pas facile de préciser les heures de paroxysme des éruptions volcaniques, il est facile, au contraire, de préciser l'heure exacte des tremblements de terre. On peut alors fixer leur distribution horaire. On voit ainsi qu'ils ne semblent pas concorder avec la position de la Lune par rapport à la Terre.

Si on fait la courbe des tremblements de terre, en la disposant sur un cadran horaire, autour d'un centre, on voit qu'en 1888, il y a deux minima très marqués, l'un à six heures du matin, l'autre à six heures du soir.

Si, dans la courbe horaire précédente, on numérote les heures de 6 à 12, comme dans la division civile, on voit qu'en 1888, les heures de même numéro présentent les maxima, soit de jour, soit de nuit. Mais, ainsi qu'on l'a déjà indiqué au Japon, le maximum de la journée est bien plus faible le jour que la nuit.

Si on fait la courbe pour une région, au lieu de la faire comme ci-dessus pour la Terre entière, on voit que les maxima ne se placent pas toujours aux mêmes heures. Mais si on prend un même système de montagnes, les maxima se placent alors aux mêmes heures dans tout le massif montagneux. Ainsi, par exemple, la courbe de l'Asie-Mineure donne des maxima qu'on retrouve dans la courbe de la Grèce. Mais dans cette dernière, on voit d'autres maxima qui sont ceux de la chaîne de l'Atlas. La Grèce est, en effet, sur le prolongement des chaînes de l'Atlas et sur la direction des chaînes de l'Arménie. Il en résulte que la Grèce présente un maximum de secousses par rapport aux régions qui l'entourent.

La grande majorité des tremblements de terre, relevés dans la Revue Flammarion, se distribue le long de trois grands cercles rectangulaires entre eux. Les points de croisements de ces grands cercles : La Sonde, les Antilles, la Méditerranée, etc., sont les points les plus éprouvés par les tremblements de terre.

Les conclusions de MM. Elie de Beaumont, de Chancourtois, Fuchs, etc., avaient donc un côté vrai et bien exact, que l'exagération du système a malheureusement trop fait négliger.

Dans ma note sur Mars, j'ai montré que les chaînes de montagnes étaient disposées de même sur la Terre, sur Mars et sur Mercure. J'ai montré aussi que les roches éruptives étaient au maximum au pôle Sud, sur la Lune, sur la Terre et sur le Soleil.

La conséquence de ces faits est que les chaînes de montagnes et les volcans ne se produisent pas au hasard, mais sont le résultat d'actions astronomiques provenant des relations des astres entre eux. Les grands cercles sur lesquels se groupent les tremblements

de terre ont alors évidemment une origine astronomique ; ce sont probablement les premiers cercles de dislocation.

L'examen que j'ai fait de la grande éruption de 1883, du Krakatoa, montre que les paroxysmes se sont tous produits au passage sous le même méridien céleste. Il résulte de là que les éruptions volcaniques sont en relation avec des phénomènes astronomiques. Il en est de même pour les secousses de tremblement de terre.

Si on divise la rose où courbe horaire des tremblements de terre en quatre secteurs séparés par les lignes : minuit-midi, et six heures du matin et du soir, on voit que le secteur qui, dans la marche de la Terre, marche en avant, est aussi le secteur qui a le plus de secousses de tremblement de terre. C'est aussi le secteur qui rencontre le plus de flux cosmiques.

Cette coïncidence m'a entraîné à chercher s'il y avait une relation entre les flux d'étoiles filantes et les tremblements de terre. Dans une première étude, où j'ai examiné ces relations de diverses manières, j'ai conclu à une relation constante ; mais je ne l'ai pas contrôlée de nouveau, en étudiant de même de nouveaux éléments. J'attends pour le faire d'avoir un plus grand nombre de relevés de secousses de tremblements de terre, relatifs à plusieurs années consécutives, afin de pouvoir apporter sur ces faits, comme sur tous les autres, une affirmation décisive.

Le relevé de plusieurs années confirme en général toutes les conclusions précédentes et en ajoute de nouvelles, qu'il est utile de signaler. Le minimum du jour qui, en 1888, se trouvait de six heures du matin à midi, se trouve, pour la période de 1884-1887, entre midi et six heures du soir. Mais le maximum est toujours placé entre minuit et six heures du matin, de une heure du matin à quatre du matin, dans la région où les diverses molécules terrestres cessent de suivre la trajectoire de l'orbite pour prendre un mouvement rétrograde de rotation autour de l'axe terrestre.

Si, comme pour les courbes horaires, on dispose la courbe annuelle autour du Soleil, on voit un maximum constant se produire en janvier, la nuit. Or, à cette époque, deux astres importants sont nos proches voisins : Sirius et Procyon. Il y aurait ainsi attraction probable, de ces astres sur les éléments gazeux de la Terre, dont la sortie provoquerait les tremblements de terre.

Cette hypothèse est celle qui rend le mieux compte des diverses circonstances qui entourent les tremblements de terre. Elle explique très simplement le maximum de tremblements de terre qui se produit dans le secteur, de minuit à six heures du matin. Mais elle force à considérer chaque atome terrestre comme un astre isolé,

marchant de conserve avec ses voisins, simplement retenu dans sa place par l'attraction mutuelle et par la pesanteur.

Une attraction puissante suffirait alors à tout détruire et à transformer la Terre en une grosse comète, ayant pour noyau les débris de sa surface, et pour queue, les gaz internes et externes réunis ensemble, mélange qui présenterait le même spectre que les comètes actuelles.

L'étude des heures de secousses montre que l'hypothèse des marées souterraines est fausse. L'examen des secousses se produisant presque à la même heure, prouve aussi que l'hypothèse du noyau central solide est probablement erronée.

L'hypothèse de la liquidité de la masse interne, tenant en dissolution des gaz hydrogénés, ainsi que l'hypothèse de l'indépendance des diverses parties de la Terre, voyageant dans l'espace comme des astres indépendants, liés entre eux par l'attraction mutuelle, forment l'ensemble théorique qui explique le mieux tous les faits révélés par l'étude des divers tremblements de terre.

Séance du 19 Mai 1890

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

M. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame Membre de la Société : M^{me} ED. HÉBERT, demeurant à Paris, 10, rue Garancière, présentée par MM. Munier-Chalmas et Vélain.

Il annonce une présentation.

Il fait part à la Société du décès de MM. DELOISY et LIONNET.

A l'occasion de la liste des dons, M. Zeiller fait la communication suivante :

Parmi les ouvrages qui viennent de parvenir à la Société, il en est un sur lequel il me paraît utile d'appeler l'attention, en raison de son importance : je veux parler de l'*Atlas* de la 2^{me} partie de la *Flore houillère de Commeny*, par M. B. RENAULT. Le texte n'est pas encore publié, mais l'examen des 33 planches in-folio de cet atlas fournit, dès maintenant, des renseignements du plus grand intérêt

sur les groupes de végétaux du terrain houiller de Commentry étudiés par notre savant confrère, lesquels comprennent les Cryptogames vasculaires autres que les Fougères, traitées par moi dans la 1^{re} partie, et les Gymnospermes.

Je signalerai notamment, parmi les Calamariées, les figures relatives à l'*Annularia stellata*, qui montrent de grosses tiges de cette espèce encore munies à leurs articulations de feuilles soudées en gaines équisétiformes, décrites jadis comme *Equisetites lingulatus* (pl. XLV, fig. 1, 4); d'autres tiges, manifestement dressées et émergées, sont garnies à chaque nœud, sur tout leur pourtour, de ces longs épis de fructification, connus sous le nom de *Bruckmannia tuberculata* (pl. XLV, fig. 1; pl. XLVI, fig. 4, 6). Parmi les Astérophylites, deux espèces surtout, *Ast. equisetiformis* et *Ast. longifolius*, sont représentées par de magnifiques spécimens, ce dernier particulièrement, avec des rameaux feuillés encore en place autour d'une tige commune (pl. XLVII, fig. 3); un autre, à écorce plus épaisse, est distingué génériquement et spécifiquement par M. Renault, sous le nom de *Calamocladus lignosus* (pl. XLIX).

Des épis de *Macrostachya* se montrent attachés en grand nombre, étroitement pressés les uns contre les autres, à des tiges articulées marquées d'énormes cicatrices raméales (pl. LI); malheureusement celles-ci n'ont pas livré le secret du feuillage qu'elles portaient, non plus que celui de la constitution de leurs épis.

Les Calamites à tige ligneuse sont classés par M. Renault, d'après la structure de leur bois, dans les deux genres *Arthropitys* et *Calamodendron* et donnent lieu à l'établissement d'un certain nombre d'espèces nouvelles; des portions de troncs empruntées à l'un et à l'autre de ces genres montrent leurs différences de port (pl. LIV): les *Arthropitys* n'offrant que de loin en loin des verticilles de rameaux, séparés par de nombreux articles à peu près égaux; les *Calamodendron* à articles de longueur très variable, une série d'articulations successives toutes pourvues de cicatrices raméales et séparées par de courts entre-nœuds succédant brusquement à des entre-nœuds très allongés. Je mentionnerai dans ce groupe l'*Arthropitys gigas*, Brongniart (sp.), longtemps considéré comme une espèce exclusivement permienne, et dont la présence à Commentry vient à l'appui des renseignements fournis par divers autres types spécifiques pour attester le niveau très élevé que ces couches paraissent occuper dans la série houillère.

Il n'en est que plus intéressant de voir persister jusque-là certains genres de Lycopodinéas, comme les *Lepidophloios* et les *Lepidodendron*, avec divers *Lepidostrobus*; le *Lepidodendron obovatum*

du Houiller moyen figurerait même dans le nombre, mais il y aurait à mon avis quelques réserves à faire sur l'attribution à cette espèce des deux échantillons (pl. LVIII, fig. 3; pl. LIX, fig. 4) qui lui sont rapportés. Je mentionnerai, comme espèce nouvelle, le *Lepidodendron Gaudryi*, qu'on pourrait, si l'on ne prenait garde à certains caractères, confondre avec le *Lep. Veltheimi* du Culm, tant il lui ressemble au premier coup d'œil. Une autre tige lépidodendroïde, dont on peut distinguer les principales assises successives de l'écorce, grâce à leur exfoliation, est classée dans le genre *Knorria*, comme type spécifique nouveau (pl. LX, fig. 4.)

Les Sigillaires ne sont que pauvrement représentées, par un tronçon de rameau de *Sigillaria Brardi* (pl. LXIII, fig. 4), offrant deux verticilles de cicatrices d'épis, et par quelques feuilles et cicatrices détachées de *Sig. lepidodendrifolia* (pl. LXII, fig. 5-8). Une figure réduite montre, en outre, une énorme base de tronc (pl. LXII, fig. 4), trouvée en place dans la tranchée de l'Ouest, avec ses longues branches de *Stigmara*, regardées par M. Renault comme des stolons destinés à s'enraciner après un certain parcours pour donner naissance à de nouvelles tiges verticales.

Les Cordaïtes comprennent de nombreuses espèces, appartenant aux trois genres *Cordaïtes*, *Dorycordaïtes* et *Poacordaïtes*, ainsi que le type d'un nouveau genre (pl. LXIII, fig. 6), que nous avons fait connaître par une note spéciale sous le nom de *Scutocordaïtes*; avec leurs feuilles et leurs branches, sont figurés plusieurs types de moulages de leurs étuis médullaires, appartenant au genre *Artisia* (pl. LXV, fig. 2-7), ainsi que diverses inflorescences.

De grandes feuilles rubanées, de près de 15 centimètres de largeur, lacérées à leur sommet, contractées en cœur à leur base, et parcourues par de nombreuses nervures dichotomes larges de plus d'un millimètre à leur origine, constituent un type générique et spécifique inconnu jusqu'ici, *Titanophyllum Grand'Euryi* (pl. LXIX), dont les affinités semblent assez difficiles à apprécier.

Les Cycadées ou les végétaux affines aux Cycadées qui forment l'un des traits les plus caractéristiques des flores secondaires, sont représentées dans la flore de Commentry par un superbe *Pterophyllum* (pl. LXVIII), dédié par M. Renault à M. Fayol, et par plusieurs *Zamites* (pl. LXVII, fig. 7-19), dont un seul échantillon a été trouvé avec ses folioles encore attachées au rachis, les autres n'offrant que des pinnules détachées.

Parmi les Conifères, le genre *Dicranophyllum* figure (pl. LXX et LXXI) avec deux espèces, *Dicr. gallicum* et *Dicr. striatum*, toutes deux en magnifiques échantillons; une empreinte de la première d'entre

elles est accompagnée de très nombreuses graines ovoïdes, aiguës au sommet, qui paraissent fixées les unes à la suite des autres sur la portion des feuilles inférieure à la première bifurcation; cette disposition singulière, observée sur un échantillon de Ronchamp (pl. LXXI, fig. 5), serait en désaccord absolu avec ce que l'on sait, non-seulement des Taxinées et des Salisburiées, mais encore des *Trichopitys* permien, si analogues pourtant aux *Dicranophyllum*.

Quant aux graines isolées de Gymnospermes, elles occupent à elles seules deux planches entières de l'atlas (pl. LXXII et LXXIII), M. Renault ayant heureusement complété l'étude des spécimens trouvés à Commentry par celle des préparations anatomiques qu'il a pu faire sur les échantillons silicifiés de Grand-Croix, particulièrement pour les genres *Cyclocarpus*, *Pachytesta*, *Codonospermum* et *Gnetopsis*.

Les deux dernières planches enfin (pl. LXXIV et LXXV) sont consacrées à la houille elle-même, sur laquelle l'auteur a pu, grâce à sa merveilleuse habileté, faire des préparations montrant encore l'organisation parfaitement reconnaissable des tissus entrant dans sa constitution : les recherches faites à Commentry sous la féconde impulsion de M. Fayol lui ont fourni notamment des tiges de *Calamodendron* et d'*Arthropitys* transformées en houille, sur lesquelles il est parvenu, malgré la déformation et la contraction considérable des éléments histologiques, à retrouver, en les comparant à des échantillons silicifiés, les caractères propres à chacun de ces deux genres et même à déterminer les espèces dont provenaient ces bois.

Je tiens, en terminant, à remercier M. Renault de l'honneur qu'il a bien voulu me faire, d'associer mon nom au sien, pour la dénomination des espèces nouvelles qu'il a créées, en les faisant suivre, dans l'explication des planches, des initiales B. R., R. Z. Mais je dois déclarer que je n'y ai aucun titre; je n'ai participé, en effet, en ce qui concerne les espèces comprises dans la 2^{me} partie de la *Flore houillère de Commentry*, qu'au baptême de quatre ou cinq d'entre elles, qui avaient fait l'objet de notes préalables, rédigées en collaboration mutuelle et présentées par nous à l'Académie des sciences (1).

Je suis d'autant plus confus de la part, aussi inattendue qu'imméritée, qui m'est attribuée dans la création des noms nouveaux, que j'aurais à me reprocher de n'avoir pas agi de même dans la 1^{re} partie du travail : mais ne voulant ni ne pouvant tout embrasser,

(1) *Comptes-rendus Acad. Sc.*, XCIX, p. 56-58; C, p. 71-73 et p. 867-869; CII, p. 325-328.

nous avons dû, après un premier examen d'ensemble, procéder, chacun de notre côté, à l'étude de détail pour la partie qui nous incombait; il nous eût été difficile, au surplus, de traiter en commun certains groupes de végétaux houillers, sur l'interprétation desquels nous différions quelque peu d'opinion. Aussi m'avait-il semblé préférable, pour des appréciations et des déterminations souvent délicates, de conserver chacun notre indépendance; et si je n'ai pas fait intervenir le nom de M. Renault dans l'établissement des nouvelles dénominations spécifiques qui m'ont paru nécessaires, c'est parce que j'en tenais à n'engager que moi-même.

M. **Gaudry**, Président du Comité de publication des Mémoires de Paléontologie, présente à la Société le premier fascicule de ces Mémoires et remercie M. J. Bergeron du zèle qu'il a déployé pour mener à bien cette publication.

Le Président, au nom de la Société, s'associe à M. Gaudry pour adresser ses remerciements à M. J. Bergeron.

M. **J. Bergeron** présente des fossiles nouveaux provenant des environs de Cabrières qui lui ont été envoyés par M. Escot. Ils appartiennent aux genres *Agnostus*, *Remopleurides*, *Ampyx*, *Dalmanites*, *Acidaspis* et *Lingula* (1). Il ne lui a pas été possible de les rapporter à aucune espèce connue, mais ce sont des formes voisines de celles qui ont été déjà signalées dans l'Arenig inférieur d'Angleterre. Elles sont d'ailleurs associées à *Calymene Filacovi* et à des graptolithes que M. Jules Bergeron avait déjà rapportés à ce même niveau. C'est donc une confirmation de l'opinion émise par lui, dès 1887, relativement à l'âge des assises dans lesquelles a été trouvée cette faune.

(1) Ces espèces nouvelles seront décrites et figurées dans un mémoire paléontologique de MM. Oehlert et Bergeron sur les Faunes paléozoïques de la Montagne-Noire.

M. J. Bergeron fait la communication suivante :

**Sur une forme nouvelle de trilobite de la famille
des Calymenidæ (Genre Calymenella).**

par M. Jules Bergeron.

(Pl. V).

Dans les grès à *Trinucleus* de la partie supérieure du Silurien moyen du Glauzy, près Vailhan (Hérault), j'ai rencontré des trilobites dont les caractères sont assez spéciaux, pour qu'il ne m'ait pas été possible de les rapporter avec certitude à aucun genre connu.

Les premiers exemplaires que j'ai eus entre les mains, consistaient en têtes larges, mais de faible hauteur. La glabelle, de forme sensiblement arrondie, était surbaissée et sans sillons bien accusés. Les joues fixes présentaient une assez grande largeur, de telle sorte que les yeux étaient écartés de la glabelle. En avant de celle-ci, le limbe, très-développé et arrondi, ne présentait aucune trace de bourrelet. Tous ces caractères m'avaient porté à en faire un *Homalotus*, et c'est sous ce nom générique que j'en signalai tout d'abord la présence au Glauzy (1).

Mais, d'autre part, certains caractères, plus distincts sur de nouveaux exemplaires que j'ai pu me procurer depuis, rapprochent ces trilobites des *Calymene*. C'est d'abord la présence sur la glabelle de trois sillons plus ou moins nets, dont le postérieur s'infléchit légèrement en arrière de manière à former un lobe globuleux (Pl. V, fig. 1, 2, 3). De plus, dans les mêmes gisements, où on ne rencontre encore comme trilobites que des espèces, d'ailleurs nouvelles, de *Dalmanites* et de *Trinucleus*, il y a des pygidiums (Pl. V, fig. 7), jusqu'à présent isolés de tout thorax, qui semblent appartenir à des individus du genre *Calymene*, et qui, par leur forme et leur mode d'ornementation, rappellent ceux de *Calymene Tristani*. Je ne puis les rapporter qu'à cette forme nouvelle de trilobite.

En outre, dans un exemplaire de plus petite taille que m'a envoyé M. Escot, le limbe antérieur de la tête s'allonge de manière à former un rostre (Pl. V, fig. 4); tous les autres caractères de la tête restent d'ailleurs les mêmes que ceux que je viens de signaler. Enfin

(1) *Bull. Soc. Géol.* 3^e S. T. XVII, p. 466 et *Etude géologique du Massif ancien*, situé au S. du Plateau Central, p. 109.

M. l'abbé Gouzes, curé de Cabrières, m'a communiqué un exemplaire chez lequel le rostre est encore plus acuminé (Pl. V, fig. 5).

Tous les caractères que je viens de signaler tendent à faire de ces trilobites une forme intermédiaire entre les *Calymene* et les *Homalonotus*. Si la glabelle est celle d'un *Calymene*, par contre le limbe, dans la manière dont il s'allonge, se comporte tout autrement que cela n'a lieu d'ordinaire chez les individus de ce genre. Si l'on prend, par exemple, une tête de *Calymene Tristani* dans laquelle le limbe a le plus de tendance à se prolonger en rostre, on voit qu'il forme un bourrelet qui s'infléchit en avant. Il en est de même dans d'autres espèces telles que *Calymene declinata* Barr. (fig. 1), chez les-

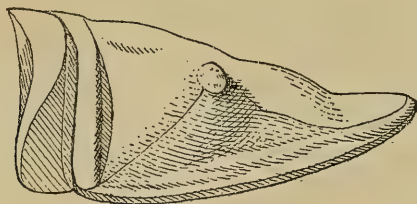
Fig. 1.

*Calymene declinata*, d'après Barrande.

quelles, cependant, le rostre est moins accusé et dont le limbe présente une inflexion moindre.

Dans les *Homalonotus*, au contraire, le limbe reste sensiblement plat jusque sur les bords, ainsi que cela est très net dans *Hom. delphinocephalus* (fig. 2) et il n'y a aucune trace de bourrelet. Par ces

Fig. 2.

Profil d'*Homalonotus delphinocephalus*, d'après Salter.

caractères d'ensemble, c'est donc avec les *Homalonotus* qu'il y a le plus d'analogie. Parmi les formes de ce dernier genre qui se rapprochent le plus des *Calymene* et du type étudié, se trouvent les *Brongniartia*, dont M. Bigot a donné dernièrement une excellente étude (1). Dans ce groupe, la glabelle est tronquée plus ou moins carrément en avant, et ce caractère le différencie complètement des formes nouvelles, bien qu'il y ait quelque ressemblance dans

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série. T. XVI, p. 419..

le pygidium. Il me semble donc permis de faire un groupe à part des trilobites en question et je les désignerai sous le nom de *Calymenella*.

Les caractères de ce nouveau genre CALYMENELLA sont les suivants :

Glabelle peu bombée, arrondie en avant, portant trois sillons, dont les deux derniers sont bien visibles ; le postérieur s'infléchit en arrière. Lobes peu accusés. Joues fixes larges. Limbe très développé en avant de la glabelle et pouvant se terminer en pointe.

Pygidium de Calymene.

Je donne le nom de *Calymenella Boisseli* à la forme qui m'a servi de type, en souvenir de M. Boissel de Clermont-l'Hérault, qui m'a toujours communiqué ses collections avec un empressement dont je tiens à le remercier.

Les caractères de *Calymenella Boisseli* sont les suivants :

Tête. — Dans les plus grands exemplaires que je connaisse, les contours de la tête sont mal conservés. Cependant, on peut reconnaître que, d'une manière générale, sa forme est triangulaire.

La glabelle, peu bombée d'ailleurs, plutôt plate dans sa partie médiane, occupe une grande surface par rapport aux autres parties de la tête. Elle est limitée latéralement par des sillons qui se rejoignent à sa partie antérieure en décrivant un arc de cercle très accusé. Cette glabelle est, dans certains exemplaires, plus large que haute (Pl. V, fig. 2 et 4) ; dans d'autres, elle est plus haute que large (Pl. V, fig. 3 et 5). Cette différence tient à la compression subie par la roche ; l'allongement s'est produit normalement au sens de la compression. Sur la glabelle, se reconnaissent trois sillons dont le premier n'est bien marqué que sur un exemplaire de grande taille, trop mal conservé pour être figuré ici. Sur tous les échantillons, les sillons ne se trahissent que par quelque accident à la surface de la glabelle, mais ils ne sont pas toujours reconnaissables en tant que sillons. Le sillon postérieur s'infléchit en arrière et détermine de chaque côté un lobe de forme légèrement circulaire, comme c'est le cas dans les *Calymene*.

Les parties latérales de la tête sont toujours mal conservées et ne permettent pas de préciser la forme exacte des joues fixes. Elles devaient être bombées, d'après ce qui en reste, et former de chaque côté de la glabelle une large bande. La suture passait assez loin de la glabelle, à en juger par la surface de la joue fixe, et elle venait aboutir sur le côté de la tête au-dessus du sillon postérieur des joues. (Pl. V, fig. 2).

Le limbe forme toujours en avant de la glabelle une surface

très grande, de forme triangulaire. Ici se présente un des caractères les plus intéressants de cette espèce. Dans les exemplaires qui, par leurs dimensions, correspondent à des individus jeunes, le limbe se prolonge en un véritable rostre à la partie antérieure de la tête (fig. 4 et 5). Des deux exemplaires qui présentent ces pointes le mieux conservées, bien qu'ils soient tous deux sensiblement de mêmes dimensions, il y en a un (Pl. V, fig. 5), dont le rostre est beaucoup plus long que l'autre; mais dans ce même exemplaire, tous les éléments de la tête ont été refoulés dans le sens de la hauteur, par suite d'une compression latérale. Le limbe présente toujours en avant de la glabellle un bombement bien accusé, puis une dépression en avant de laquelle il tend à se relever de manière à former le rostre (Pl. V, fig. 6).

Dans les exemplaires de plus grande taille (Pl. V, fig. 1 et 2), la pointe ne se retrouve plus, et la partie antérieure de la tête se termine par un bord arrondi. Celui-ci ne passe jamais qu'au delà de la dépression que je viens de signaler, dans la partie qui, dans les échantillons complets, commence à former la pointe. Si on examine ce bord à la loupe, on reconnaît qu'il n'est pas régulier, mais qu'il présente l'aspect d'une cassure. Ce fait, rapproché de l'existence des mêmes caractères principaux sur tous ces exemplaires, me porte à croire que le rostre existait également chez les grands exemplaires, mais qu'il a disparu soit lors de la fossilisation, soit après.

Je n'ai retrouvé aucune trace des joues mobiles ni du thorax.

Le *pygidium* (Pl. V, fig. 7) est toujours bien conservé. Il ne se distingue pas par ses ornements de ceux des *Calymene*, ainsi que je l'ai déjà dit. Il est très bombé. L'axe porte dix segments visibles; sur les plèvres se voient sept grosses côtes qui vont en s'atténuant à mesure qu'elles se rapprochent de l'extrémité. Chaque côte porte un sillon qui, vers l'extrémité du pygidium, remonte presque jusqu'à l'origine de la côte.

J'ai cherché à comparer cette forme à d'autres déjà connues. Parmi celles-ci, il n'y a que *Calymene Bayani* Trom. et Leb. qui présente avec elle de nombreux points de comparaison. Dans les collections de la Sorbonne, il y avait quelques rares exemplaires de cette dernière espèce. M. Lebesconte a bien voulu m'en communiquer de meilleurs et je suis heureux de pouvoir le remercier ici de l'empressement qu'il a mis à répondre à ma demande. Cette espèce, créée nominativement, n'a jamais été figurée; c'est pour cela que j'ai cru devoir en donner le dessin (Pl. V, fig. 8 à 13).

Voici tous les passages, relatifs à cette espèce, qui ont été publiés par MM. de Tromelin et Lebesconte :

« La tête de ce trilobite ressemble beaucoup à celle de *Calymene Tristani*, mais, au pygidium, l'axe n'atteint pas tout-à-fait l'extrémité postérieure, qui est légèrement relevée, et les deux lobes latéraux se rejoignent ; dans l'espèce comparée, au contraire, la dernière articulation de l'axe présente un très grand développement et un relief très caractéristique qui n'existe pas dans *C. Bayani* ; toutes les deux appartiennent au même groupe. Peut-être même les têtes de Gorran-Haven, figurées par Salter (*British trilobites*, Pl. IX, fig. 15, 16) doivent-elles y être rapportées et non à *C. Tristani* Brg. ; il serait même possible que le pygidium figuré p. 112, comme celui d'un *Homalonotus*, appartint à notre espèce ; toutefois ce spécimen serait très déformé et ne montrerait pas les sillons sur les articulations des lobes latéraux du pygidium, que nous pouvons presque toujours voir dans les nôtres. » (1).

La même année, les mêmes auteurs donnaient encore sur cette espèce les détails suivants : (2) « La tête ressemble beaucoup à celle de *Calymene Tristani* ; mais la lobation de la glabelle est moins prononcée, le pygidium est très distinct, et nous ne pourrions le comparer qu'à celui de *Calymene incerta* Barr., de Bohême et de Belgique ; l'axe est plus large dans notre espèce ». Ils ajoutaient en note infrapaginale : « *Calymene Bayani* n'appartient pas certainement au genre *Homalonotus* ; sa glabelle contraste avec celle de ce genre, par sa lobation. »

En m'envoyant ses exemplaires, M. Lebesconte a bien voulu me donner quelques renseignements complémentaires que je m'empresse de reproduire ici : « La glabelle a trois paires de sillons latéraux faiblement marqués et souvent indistincts. Ces sillons, un peu inclinés vers la partie postérieure de la glabelle, donnent des lobes latéraux d'apparence globuleuse. Les sillons postérieurs se bifurquent de manière à produire un étranglement à la base du lobe intermédiaire. Le sillon occipital se relève vers les sillons postérieurs et a tendance à les rejoindre. Les yeux, petits, sont placés au droit du lobe postérieur.

« L'axe du pygidium se prolonge très près du bord. Il possède sur sa longueur 8 à 9 segments et 6 à 7 côtes distinctes sur chaque lobe

(1) Note sur quelques fossiles des grès siluriens de Saint-Germain-sur-Ille, La Bouexière, Champeaux, etc. (Ille-et-Vilaine). Quimper, 1875. — Travail présenté à la réunion de l'Association française pour l'avancement des Sciences, à Nantes, en août 1875.

(2) *Bull. Soc. Géol.* 3^e S. T. IV, p. 583.

latéral; non compris le demi-segment articulaire. Les côtes sont séparées par des rainures profondes, perceptibles jusqu'au bord, et leur surface porte un sillon sutural jusqu'à l'extrémité. »

L'espèce de MM. de Tromelin et Lebesconte présente, comme le *Calymenella Boisseli*, des caractères qui permettent de la distinguer des vraies *Calymene* et de la faire rentrer dans le genre nouveau que je propose : telle est la disposition du limbe dans la partie antérieure de la tête.

Dans le *Calymenella Bayani*, on trouve également deux formes : l'une large et courte (Pl. V, fig. 8 et 12), l'autre étroite et allongée (Pl. V, fig. 9 et 13). Mais ces différences proviennent uniquement du sens de la pression exercée sur les grès. Ce fait est très-net sur une plaque de grès provenant de la Bouexière et appartenant à la Sorbonne. J'en ai fait reproduire une partie (fig. 10), dans laquelle on peut reconnaître l'influence de la pression : celle-ci s'est exercée sur deux têtes de *Cal. Bayani*; elle a agi dans le même sens, mais les deux têtes, étant dans des positions différentes, l'allongement s'est produit pour chacune d'elles d'une façon différente : l'une s'est élargie, l'autre s'est allongée.

Les deux espèces de *Calymenella* se distinguent facilement l'une de l'autre. J'ai déjà signalé, en parlant de *Calymenella Boisseli*, les caractères de son limbe qui se renfle en avant de la glabelle, puis se creuse pour se relever et former un rostre (Pl. V, fig. 6). Dans *Calymenella Bayani*, le limbe se creuse en avant de la glabelle, puis se relève simplement (Pl. V, fig. 11). Il suffira de comparer ces deux figures pour se rendre compte des différences qui existent entre ces formes.

Il est une remarque que M. Munier-Chalmas a faite et qui présente quelque intérêt : certaines formes de *Calymenidæ* qui se rencontrent dans les grès (qui étaient autrefois des sables), telles que les *Calymenella* et les *Homalonotus*, portent sur la glabelle des sillons et des lobes peu accusés. Il semble qu'il y ait eu là une influence de milieu, d'ailleurs très naturelle, la locomotion étant rendue plus facile dans un milieu détritique par un test sans ornement. Mais, s'il en est ainsi, c'est un caractère tout à fait spécial aux *Calymenidæ*, car dans les mêmes grès se rencontrent des *Trinucleus* et des *Dalmanites* dont les ornements sont très accusés.

D'autre part, dans un même ordre d'idées, la tendance du limbe à se développer en rostre chez les formes localisées dans les grès, pouvait s'expliquer par la nécessité où se trouvaient ces trilobites d'être fouisseurs. Les recherches que j'ai faites sur les différents

groupes de trilobites rostrés m'ont permis de reconnaître qu'il ne semblait pas y avoir de relation bien certaine entre le développement exagéré du limbe et l'habitat.

Le Secrétaire donne lecture des deux notes manuscrites suivantes :

A la suite d'une excursion faite à Vogué, Berrias, Chomérac et le Pouzin, en compagnie de M. Toucas et de plusieurs de nos confrères, M. Kilian déclare que la succession lithologique des assises comprises entre les massifs à *Am. Loryi* (1) et les marnes à *Am. Roubaudi* est, en effet, dans l'Ardèche, *identique* à celle de la région delphino-provençale décrite par lui en 1888, et dont il maintient tous les termes jusque dans les détails.

Seulement dans l'Ardèche la distribution paléontologique des espèces est un peu différente : un grand nombre de formes du niveau de Stramberg et du Claps de Luc (Drôme) dépassent la limite supérieure des calcaires blancs sublithographiques qui, pour M. Kilian, représentent le Tithonique supérieur (Tithonique moyen ou « Ardesien » de M. Toucas). Elles remplissent notamment un des bancs de pseudo-brèche rognonneuse et marneuse signalés, dans la région de Lure, parmi les assises qui relient le Tithonique au Berriasien et fort analogue à la pseudo-brèche du Claps de Luc et se mélangent dans la moitié inférieure des calcaires dits de Berrias avec les espèces de la zone à *Am. Boissieri*.

Cette dernière zone peut néanmoins être reconnue au-dessus des marnes à fossiles pyriteux auxquels la rattache une transition lithologique ménagée et dont les premiers bancs à *Rh. contracta* mériteraient d'ailleurs une étude plus approfondie (couche 20 de la coupe Les Vans-Berrias de M. Toucas). Elle est ici moins développée (5-10^m d'épaisseur), moins riche en *Holcostephanus* que dans les Alpes ; mais son existence à Berrias, Chomérac, Vogué ne fait pas de doute ; c'est avec cette zone que, pour des raisons paléontologiques déjà exposées ici, M. Kilian fait commencer le système crétacé, et c'est au-dessus du banc bréchoïde de la Boissière à faune de mélange, *mais surtout tithonique*, qu'il convient, suivant lui, de placer une limite qui, lorsqu'on a affaire, comme c'est le cas ici, à une série *continue de dépôts de même faciès*, est forcément théorique et arbitraire au premier chef (2).

(1) Caractérisés et aussi désignés pour la première fois en France par M. Kilian dans les Basses-Alpes en 1888, mentionnés la même année, puis décrits en 1889 sur la rive droite du Rhône par M. Toucas.

(2) Il importe de ne pas se méprendre sur la valeur de ces sortes de délimitations ; dans le Jura, par exemple, où l'évolution n'a pas suivi son cours régulier et où le faciès lacustre intervient à la fin du Portlandien, c'est-à-dire à peu près à l'époque où se formait la couche de la Boissière, on serait tenté, à cause de la persistance du type jurassique, dont la forme s'éteint au milieu de l'élément saumâtre et lacustre, de faire commencer un peu plus tard la période crétacée.

M. Kilian maintient, malgré les mélanges graduels et les passages inévitables d'une faune à l'autre, l'existence de trois associations fauniques correspondant chacune au *maximum de fréquence* de certaines formes et reliées par des transitions nécessaires ainsi que par un certain nombre d'assises communes :

Tithonique (Jurassique)	{	1. Faune du Diphyakalk.
		2. Faune de Stramberg, du Claps de Luc, de la Boissière, de Cabra (Andalousie).
Crétacé	{	3. Faune de la Faurie (dite berriasienne), remarquable par la fréquence de <i>Hoplites Boissieri</i> , <i>Euthymi</i> , <i>occitanicus</i> , <i>Dalmasi</i> , <i>curelensis</i> et surtout par celle des <i>Holcostephanus Astieri</i> , <i>Negrelli</i> , <i>ducalis</i> , etc. (voir les remarquables séries de la Sorbonne et de la Faculté des Sciences de Grenoble provenant de la collection Jaubert).
inférieur		

Les *Perisphinctes* du groupe du *transitorius*, les *Rhacophyllites*, les *Aspidoceras* et les *Peltoceras* ont ici entièrement disparu, les *Hoplites* affectent des formes plus voisines des *Hoplites neocomiensis*, *Roubaudi*, etc. ; en même temps, *Hoplites Callisto*, *delphinensis* et les autres espèces voisines, du niveau précédent, deviennent très rares.

M. Kilian reconnaît qu'à Cabra, cette zone paraît être confondue avec l'assise de Stramberg, mais il est obligé d'admettre comme un fait certain, résultant de l'examen détaillé de plus de 25 coupes, que dans toute la zone subalpine de Digne à Chambéry, la zone à *Am. Boissieri* est paléontologiquement distincte du Tithonique supérieur à faune de Stramberg qui lui est, du reste, nettement inférieur.

Le gisement classique de Berrias, exploité par le frère Euthyme, était situé dans l'assise de transition (reliant 2 et 3) qui renferme encore des espèces tithoniques, c'est-à-dire ne permettant pas d'étudier dans toute sa pureté la zone à *Am. Boissieri*, il y aurait peut-être lieu de se demander s'il convient de conserver à cette dernière le nom de zone de Berrias, la base du Berriasien de Berrias renfermant encore la faune de Stramberg.

En tous cas, il paraîtrait peu profitable de créer pour cette assise une dénomination nouvelle qui surchargerait encore la nomenclature déjà trop riche en termes locaux de notre Néocomien du Midi.

Estimant qu'il y a dans la science et dans l'étude géologique des régions alpines, en particulier, d'autres problèmes dont la solution offre une importance infiniment plus grande et satisfait plus l'esprit que l'établissement tout conventionnel de limites stratigraphiques dans une suite de faunes dont la continuité est admise par tous, et ayant fait connaître sa manière d'envisager la question du Berriasien, M. Kilian espère que les recherches à venir apporteront de nouveaux

éléments plus décisifs et feront ressortir davantage la signification évolutive de la zone à *Am. Boissieri*. La belle monographie à laquelle travaille si activement M. Toucas permettra également de se mieux rendre compte de la distribution des espèces et de *s'entendre sur l'identité des formes citées dans les notes stratigraphiques*. M. Kilian espère aussi, dans un mémoire d'ensemble sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur des Alpes françaises, démontrer un jour, d'une façon tout objective, l'existence générale des trois zones précitées.

M. **Toucas** est heureux de voir M. Kilian reconnaître que la faune du Tithonique supérieur de Stramberg, du Claps de Luc et de Cabra, se trouve bien dans l'Ardèche, mélangée avec la faune des calcaires, dits de Berrias, et cela bien au-dessus des calcaires blancs sublithographiques au milieu même du Berriasien le plus typique.

Il pourrait à la rigueur se contenter de cette constatation qui, à elle seule, démontre l'identité des calcaires de Stramberg et des calcaires du Berrias et par conséquent l'équivalence du Tithonique supérieur et du Berriasien.

Les autres observations de M. Kilian ne peuvent en effet modifier ces conclusions, d'abord parce que toute la faune type de Pictet a été recueillie et se trouve bien, dès la base des calcaires de Berrias, au milieu de la faune de Stramberg, et enfin parce qu'on trouve encore dans les bancs les plus élevés du Berriasien les formes les plus caractéristiques du Tithonique supérieur, comme *Perisphinctes Richteri*, *transitorius*, *Lorioli*, *Haploceras carachtheis*, *elimatum*, *Hoplites Callisto*, *privasensis*, *Holcostephanus Grotei*, *Placunopsis tatica*, etc.

L'ensemble des calcaires berriasiens de l'Ardèche forme donc une assise parfaitement homogène; les couches supérieures, que M. Kilian voudrait aujourd'hui séparer, ne renfermant aucune espèce spéciale à ce niveau et pouvant justifier cette division.

Il n'y a donc pas dans l'Ardèche, au-dessus du Tithonique supérieur ou Berriasien typique, une zone à *Am. Boissieri* analogue à celle que M. Kilian aurait constatée dans d'autres régions. Si cette zone existe effectivement ailleurs au-dessus du Tithonique supérieur, elle pourrait peut-être être représentée dans l'Ardèche par les marnes à Bélemnites et *Rhynch. contracta* du Valenginien inférieur. Dans tous les cas, cette zone ne peut être désignée sous le nom de Berriasien, cette dénomination revenant de droit aux calcaires marneux de Berrias, Vogué et Chomérac.

M. Toucas espère que ses conclusions seront adoptées par la majo-

rité des géologues, lorsqu'il aura fait connaître les nombreux matériaux qu'il possède et qu'il a l'intention de publier dans les Mémoires de paléontologie, si toutefois le comité veut bien lui faire l'honneur de reconnaître l'importance de ce travail en le publiant intégralement.

M. MUNIER-CHALMAS, qui a eu également l'occasion d'étudier, il y a plusieurs années, les mêmes assises dans les environs de *Grenoble*, dans l'*Ardèche* et dans les *Alpes vénitiennes*, pense qu'il est de toute nécessité, tant au point de vue stratigraphique qu'au point de vue paléontologique, de distinguer le *niveau de Berrias* de l'*horizon de Stramberg*.

Il existe bien dans l'*Ardèche*, comme le fait remarquer M. Toucas, des couches intermédiaires renfermant de nombreux fossiles de la zone inférieure à *Perisphinctes transitorius* qui passent dans les couches de Berrias à *Pygope diphyoides*, mais il faut insister, comme vient de le faire très judicieusement M. Kilian, sur la prédominance et le maximum de développement de certaines formes. C'est du reste une règle générale en géologie.

En résumé l'on peut dire qu'à Stramberg il y a encore prédominance des *Perisphinctes*, tandis qu'à la partie supérieure de Berrias, ce genre est en pleine décroissance; par contre, le groupe très important des *Hoplites* devient prédominant.

M. Munier-Chalmas termine en faisant remarquer que la faune de Roverè di Velo, près du lac de Garde, correspond pour lui au Berriasien, qu'elle est superposée à la faune de Stramberg et recouverte par les assises du Néocomien proprement dit avec *Ammonites Astierianus*, *Grasianus*, *Crioceras*, etc.

M. HAUG rappelle qu'il a signalé dans le « Titonico bianco » de Roverè di Velo un mélange d'espèces de faunes de Stramberg et de Berrias analogue à celui que M. Toucas vient de faire connaître dans l'*Ardèche*. Précédemment MM. Nicolis et Parona (1) avaient décrit ces couches et leur avaient assigné une position intermédiaire entre le « Diphya-Kalk » et le « Biancone ». La liste des espèces du « Titonico bianco, » donnée par les deux auteurs italiens, indiquait plutôt un mélange des faunes du Tithonique inférieur et du Tithonique supérieur avec prédominance de cette dernière. M. Haug a eu entre les mains une belle série de fossiles des calcaires blancs de Roverè di Velo, parmi lesquels il a pu déterminer les céphalopodes suivants :

(1) *Bollet. della Soc. geol. Italiana*, Vol. IV, 1885.

<i>Duvalia tithonia</i> Opp.	1 échantillon.
<i>Phylloceras semisulcatum</i> d'Orb.	2 »
» <i>silesiacum</i> Opp.	15 »
» <i>Thetys</i> d'Orb.	1 »
<i>Lytoceras quadrisulcatum</i> d'Orb.	6 »
<i>Haploceras Grasianum</i> d'Orb.	14 »
» <i>carachtheis</i> Zeuschn.	1 »
<i>Holcostephanus Groteanus</i> Opp.	1 »
» n. sp. aff. <i>Negreli</i> Math.	20 »
<i>Oppelia zonaria</i> Opp.	1 »
<i>Hoplites carpathicus</i> Zitt.	2 »
» <i>occitanicus</i> Pict.	1 »
» <i>abscissus</i> Zitt.	3 »

Le mélange des espèces du niveau de Stramberg et du niveau de Berrias est évident. Numériquement — si l'on fait abstraction des *Phylloceras* — ce sont deux espèces franchement berriasiennes, *Haploceras Grasianum* et *Holcostephanus* aff. *Negreli*, qui prédominent. D'autre part, toutefois, la présence fréquente de *Pygope diphyia* et des nombreuses espèces tithoniques citées par Nicolis et Parona, porte M. Haug à considérer les calcaires blancs de Roverè di Velo comme représentant à la fois le niveau de Stramberg et celui de Berrias. Une fusion analogue des deux zones a été signalée par M. Kilian (1) en Andalousie. Ces faits avaient porté M. Haug à réunir le niveau de Stramberg à celui de Berrias et à faire passer la limite du Jurassique et du Crétacé entre les deux zones du Tithonique, la limite généralement admise par les géologues allemands et passant au-dessous de la zone de Berrias lui paraissant inadmissible au point de vue paléontologique. Les intéressants travaux de M. Toucas font ressortir à nouveau les relations intimes qui existent entre le niveau de Stramberg et le niveau de Berrias et il devient de moins en moins possible de faire passer entre les deux une limite stratigraphique de premier ordre. La limite proposée en 1868 par Ebray et acceptée par M. de Lapparent dans son *Traité de Géologie*, passe au-dessus du Berriasien et fait commencer le Néocomien par les marnes à *Hoplites neocomiensis* et *Duvalia lata*. Elle a l'avantage de respecter l'unité paléontologique du Tithonique et de tenir également compte des rapports étroits qui relient la faune de Berrias à celle de Stramberg. Si l'on considère le niveau de Berrias comme la zone supérieure du Tithonique, ainsi que M. Toucas propose de le faire, l'on a un Tithonique qui correspond rigoureusement au Portlandien du bassin anglo-parisien (Purbeckien compris) et probablement aussi à l'étage volgien des géologues russes. Il devient ainsi possible de s'arrêter à une limite entre le Jurassique et le Crétacé qui sera la même pour toute l'Europe, ce qui n'était pas le cas dans l'ancienne classification.

(1) Mission d'Andalousie, p. 685.

Séance du 29 Mai 1890

PRÉSIDENTIE DE M. M. BERTRAND, *Vice-Président pour 1889.*

MM. Boule, ancien Vice-Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame Membre de la Société : M. LAURENT, Ingénieur des Mines à Moulins (Allier), présenté par MM. de Grossouvre et de Launay.

Il annonce une présentation.

M. M. Bertrand, vice-président pour l'année 1889, prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

Notre séance annuelle est aujourd'hui une séance de deuil. Celui qui devait la présider, celui qui, depuis tant d'années, était le chef respecté de la stratigraphie française, n'est plus là pour nous rappeler les travaux de l'année écoulée, pour rendre un dernier hommage à nos confrères disparus et pour raffermir notre confiance dans l'avenir de notre Société.

La séance qui devait ramener M. Hébert à ce fauteuil si souvent occupé par lui, rappelle sur lui toutes nos pensées et donne une nouvelle force à nos regrets; son souvenir remplit cette réunion. Ce n'est pas à moi cependant qu'il appartient aujourd'hui de retracer sa vie et ses travaux (1); je dois me borner à vous dire autant que possible ce que lui-même eût tenu à vous dire à cette place.

J'ai d'abord à vous parler des pertes douloureuses qui ont marqué l'année 1889. Douze de nos confrères nous ont été enlevés, et si l'on mesure les regrets à l'estime affectueuse dont ils étaient entourés, ou à la part prise par eux dans les progrès de la géologie, on peut dire que rarement nous avons été si cruellement frappés.

Ce sont d'abord deux illustres professeurs italiens, Meneghini, qui a rendu de si grands services à la paléontologie par ses monographies des faunes de la Sardaigne, de la Toscane et de la Lombardie, et Seguenza, dont les belles études, poursuivies pendant 25 ans, ont

(1) Une notice sur la vie et les travaux de M. Hébert devait être lue à cette séance; elle n'a pu être terminée en temps utile.

fait connaître le Tertiaire et le Lias du Sud de l'Italie ; c'est M. Lory, le maître infatigable, grâce auquel la lumière s'est faite sur la structure des Alpes françaises ; c'est Gaston Planté, l'illustre physicien qui, dans le loisir de ses villégiatures, avait trouvé l'occasion d'une découverte mémorable, celle du grand Oiseau de nos argiles plastiques, le *Gastornis parisiensis* ; c'est M. Fuchs, l'ingénieur éminent qui, avec MM. de Lapparent et Douvillé, a été choisi dès le début pour collaborer au grand travail de la carte géologique détaillée de la France ; qui, sans cesser jamais d'apporter à l'œuvre commune sa part annuelle d'observations, s'était tourné plus spécialement vers l'étude des gîtes minéraux, et qui a créé à l'École des Mines le premier enseignement complet sur cette branche importante de la géologie. Chaque année de nouveaux voyages, dans lesquels les études géologiques ne pouvaient avoir la première place, mais n'étaient jamais oubliées, lui permettaient d'élargir et de compléter le cadre qu'il s'était tracé. Il a été frappé en pleine activité et en pleine sève ; son cours, dont M. de Launay, notre confrère et son successeur à l'École des Mines, a tenu à honneur d'assurer la publication, comblera une lacune dans notre littérature géologique ; il suffira à préserver de l'oubli un nom qui restera cher à tous ceux qui, l'ayant approché, ont connu sa nature franche, ouverte et enthousiaste.

C'est Maurice Sand, l'héritier d'un nom illustre, également passionné pour les lettres et pour l'étude de la nature, auquel nous devons une monographie très complète des environs de Nohant et qui a fait connaître plusieurs faits nouveaux pour la géologie de l'Indre ; ce sont, parmi ceux que leur âge avancé et l'honorabilité profonde de leur vie entouraient plus spécialement du respect de tous, M. Morel de Glasville et M. Ernest Royer, l'auteur de la belle carte de la Haute-Marne ; c'est M. l'abbé Ducrost, si connu par ses travaux sur Solutré ; M. Cosson, le chef de la mission scientifique de Tunisie, qui, voué à l'étude de la botanique, avait voulu témoigner de son intérêt pour toutes les sciences naturelles en faisant partie de notre Société ; M. Eudes Deslongchamps, dont M. Bigot va vous exposer les travaux, et dont le nom restera toujours associé aux terrains jurassiques de Normandie ; c'est enfin M. Maurice Gerest, un de nos plus jeunes confrères, sorti de l'École des Mines en 1884, qui, par son goût des explorations lointaines, était appelé à rendre de grands services à la science ; il n'a publié que le compte-rendu d'un voyage de Gabès au Souf, dans lequel on trouve un aperçu géologique intéressant sur ces régions encore peu connues. Il venait de consacrer plusieurs mois à explorer les gisements auri-

fières de l'intérieur de Saint-Domingue, et il en avait rapporté une série importante de fossiles ; mais gravement atteint par les fièvres de ce pays, il est mort peu de temps après son retour en France, sans avoir pu utiliser les matériaux qu'il avait recueillis.

J'arrête là cette funèbre énumération ; je n'ai à parler que de l'année de la présidence de M. Hébert ; mais depuis le commencement de l'année actuelle, sept de nos confrères nous ont encore été enlevés dans ce triste hiver qui a fait partout tant de victimes et semé tant d'inquiétudes. Il y a de grands vides à combler parmi nous, sans parler de ceux qui restent irréparables. Le devoir s'impose à nous tous, plus étroitement que jamais, de travailler non seulement pour notre science, mais aussi pour notre société, non seulement d'essayer de contribuer, chacun dans la mesure de ses forces, aux progrès de la géologie française, mais aussi d'amener parmi nous de nouvelles recrues.

Heureusement, messieurs, les craintes dont on avait dû vous faire part l'an dernier, au sujet de l'avenir de nos finances, se sont en partie dissipées ; notre budget cette année s'est soldé sans déficit, et nous pouvons avoir l'espoir de compenser bientôt les insuffisances des budgets précédents. M. Hébert avait pris très à cœur cette question et les dangers dont nous nous voyions menacés ; c'est grâce à ses énergiques déclarations et à sa légitime autorité que des mesures nouvelles ont été prises, et que les esprits se sont mis en éveil pour augmenter nos ressources et diminuer nos dépenses.

Ces efforts ont abouti à un résultat inattendu, dont l'honneur revient à notre confrère, M. Bergeron. Depuis quelque temps, la nécessité d'une publication spécialement consacrée à la paléontologie se faisait sentir ; on se trouvait arrêté d'une part par la question d'argent, de l'autre par la crainte de diminuer la vitalité de notre Société en la divisant en deux branches, en séparant ces deux éléments inséparables, la stratigraphie et la paléontologie. M. Bergeron a résolu le problème ; par une active propagande, il a assuré l'avenir des nouveaux mémoires ; et il a pu proposer à la Société, sans modifier profondément nos traditions, à la fois d'accroître ses publications et de diminuer ses charges budgétaires. Vous avez vu le premier résultat de la transformation ; en même temps que nous, notre nouveau libraire y trouvera son compte. Il ne s'agit pas ici d'un alignement trompeur de chiffres ni d'un déplacement des dépenses ; le bénéfice dont nous pouvons nous réjouir, correspond bien à un capital nouveau ; ce capital, ce sont les efforts, le temps et le travail de M. Bergeron, dont il a enrichi la Société.

C'est encore, pour terminer, de M. Bergeron que j'ai à vous parler; en d'autres temps, sa modestie s'affaroucherait de voir son nom mis en avant avec une telle persistance; mais il sait aujourd'hui que cet hommage, que je suis heureux d'avoir à lui rendre, est aussi un hommage rendu à la mémoire du maître qui a encouragé ses premiers travaux, qui a stimulé ses efforts et suivi ses recherches avec un intérêt toujours croissant. C'est encore parler de M. Hébert que de dire qu'un de ses élèves, peut-être son élève préféré, a mérité aujourd'hui la distinction, toujours enviée, dont vous avez encore voulu accroître l'éclat en ne la décernant que tous les trois ans. Cette année, pour la seconde fois depuis que le règlement en a été modifié, la Société avait à décerner le prix Viquesnel. L'hésitation était permise; plusieurs noms s'imposaient aux sympathies de votre commission, et en même temps que nous nous réjouissions de voir l'importance du prix mise en rapport avec celle des travaux qu'il récompense, nous avons regretté de n'en avoir qu'un à décerner.

La découverte de la faune primordiale, a dit M. Hébert à l'Académie des Sciences, est un des faits les plus intéressants pour la géologie de la France, qui ait été signalé depuis longtemps. C'est ce jugement que la Commission du prix Viquesnel a confirmé, et cependant l'éclat de la découverte a peut-être moins fait pour décider les suffrages que le travail par lequel elle a été prévue et préparée. Permettez-moi de vous rappeler ce que nous a dit M. Bergeron lui-même, en nous montrant les premiers Paradoxides de France. Il ne l'a pas imprimé, sans doute pour me laisser le plaisir de le lui rappeler : en 1878, encore débutant, il montrait à M. Barrande les collections de la Sorbonne, et il se permit de lui demander timidement, en ouvrant les tiroirs de la faune primordiale, pourquoi cette faune se rencontrait aussi rarement. « C'est sans doute, répondit M. Barrande, parce qu'on ne la cherche pas assez. — Je me suis souvenu des paroles de M. Barrande, ajoutait M. Bergeron avec une fierté pleine de bonne grâce; j'ai cherché la faune primordiale et je l'ai trouvée ». — C'est bien en effet pour avoir cherché cette faune, autant que pour l'avoir trouvée, c'est, mon cher confrère, parce que votre découverte ne doit rien au hasard qui, sans doute, aurait attendu encore de longues années avant de la livrer à un géologue de passage, c'est pour votre persévérance méthodique et pour votre patiente perspicacité que la Société vous décerne le prix Viquesnel, et nous sommes certains que tout le monde, en France et à l'étranger, vos camarades, vos rivaux et même vos contradicteurs d'un jour, joindront leur suffrage au nôtre et ratifieront notre décision.

M. R. Nicklès donne lecture de la notice suivante :

Notice nécrologique sur M. Eugène-Eudes Deslongchamps

par M. A. Bigot.

Messieurs,

Le 6 janvier 1890, M. Gaudry annonçait à la Société Géologique la mort de M. Eugène-Eudes Deslongchamps. Aux quelques mots qu'un paléontologiste consacrait à la mémoire du paléontologiste qui venait de disparaître, j'ai désiré ajouter quelques détails sur la vie et la carrière scientifique de celui qui fut mon premier maître.

Eugène-Eudes Deslongchamps naquit à Caen le 10 mars 1830. Son père, professeur de zoologie, puis doyen de la Faculté des Sciences de Caen, était un des paléontologistes les plus illustres de son époque ; ses remarquables travaux sur les Téléosauriens et les Mammifères quaternaires du Calvados lui avaient valu le surnom de « Cuvier Normand » et le titre de Correspondant de l'Institut.

Sous la direction d'un tel maître, les études de E. E. Deslongchamps ne pouvaient manquer de se porter vers la Géologie et la Paléontologie, avec lesquelles les leçons de son père et les belles collections qu'il avait recueillies le mettaient en rapports journaliers.

L'heureuse influence exercée alors par son père a été si profonde que toute sa vie il a professé pour lui la plus vive et la plus touchante admiration ; il deviendra d'abord le collaborateur de ses travaux, surtout quand l'âge et l'affaiblissement de sa vue rendront difficile au père tout travail suivi ; enfin il sera le digne continuateur de son œuvre.

Pour se préparer à l'étude de l'anatomie comparée, il va d'abord à l'amphithéâtre de l'Ecole de Médecine de Caen se familiariser avec la connaissance de l'anatomie humaine. Mais déjà, il commence à parcourir les terrains secondaires de la Normandie, pour se rendre compte sur place du niveau qu'occupent les fossiles décrits par son père. Son attention se trouve bientôt attirée par la variété et l'abondance des Brachiopodes qu'il rencontre ; ses premières notes paléontologiques sont consacrées à la description ou à la discussion de quelques espèces appartenant à ce groupe, et quand, en 1856, Th. Davidson publie son *Introduction à l'histoire naturelle des Brachiopodes vivants et fossiles*, E. E. Deslongchamps s'associe avec son

père pour en entreprendre la traduction. Il dessine de nouveau les nombreuses planches qui accompagnent le mémoire de Davidson, et met ainsi à la portée des savants français cette œuvre capitale, dont ses recherches personnelles vont combler les lacunes et rectifier les erreurs inévitables d'une première généralisation.

Dans ses courses sur le terrain il profite de l'ouverture de nouvelles routes, des carrières alors si nombreuses dans le Calvados, pour recueillir les premiers éléments du grand travail qu'il consacrera plus tard au Jurassique inférieur de la Normandie, et il consigne ces premières observations dans des notes qui n'ont pas peu contribué, avec les travaux de son père, au renom de la Société Linnéenne de Normandie.

C'est alors qu'E. E. Deslongchamps commence à faire bien connaître la succession des couches liasiques du Calvados, et qu'il signale, à Lion sur-Mer, la présence de fossiles remaniés du Cornbrash à la base des argiles de la série oxfordienne. La détermination des Brachiopodes qu'il recueille l'amène à étudier les espèces du système oolithique inférieur dont il donne un catalogue descriptif.

Il ne porte pas cependant ses recherches exclusivement sur les terrains jurassiques. Dans une course, d'abord avec son père, puis avec Triger, il distingue bien vite les calcaires de Régneville, près Coutances, de ceux de Néhou et de Bahais confondus avec eux par de Caumont, sous le nom de marbres intermédiaires, et y reconnaît des calcaires carbonifères du même âge que ceux de Sablé et de Visé.

Les travaux originaux qu'il poursuit avec tant de succès ne lui font point oublier la préparation de la licence ès-sciences naturelles qu'il subit avec succès, le 2 décembre 1858, en même temps que plusieurs qui sont devenus des zoologistes et des paléontologistes illustres.

En 1860 il entre à la Sorbonne comme préparateur de géologie et songe à rassembler et à compléter, pour en faire l'objet d'une thèse de doctorat, les documents qu'il a recueillis sur le Jurassique de Normandie.

« Il serait bien à désirer, avait dit son père, dans le mémoire sur le *Pækilopleuron Bucklandi*, que la délimitation de ces calcaires si différents d'aspect, si singulièrement partagés quant au nombre et aux espèces les plus abondantes de leurs fossiles, fût faite avec soin et détails comme monographie de localités. »

Ce sont ces paroles qu'E. Deslongchamps va prendre pour épigraphe de sa Monographie des Etages jurassiques inférieurs de la

Normandie et c'est pour réaliser ce vœu qu'il entreprend l'étude des systèmes liasique et oolithique de la région.

Ces recherches ne l'occuperont pas exclusivement pendant les quatre années qu'il va consacrer à ce travail. Pour vérifier sur place les assimilations qui lui semblent devoir être faites, il va étudier les localités classiques en Angleterre, dans le Boulonnais, la Côte-d'Or, la Sarthe, les Deux-Sèvres. La mort de d'Orbigny laissait inachevé le travail dans lequel cet auteur avait projeté de décrire et de figurer toutes les espèces fossiles trouvées en France. Un comité de savants se forma pour continuer en commun la Paléontologie Française. Les études de M. E. Deslongchamps sur les Brachiopodes, réunies plus tard sous le titre d'*Etudes critiques sur les Brachiopodes nouveaux ou peu connus*, le désignaient tout naturellement pour faire la monographie des espèces françaises de ce groupe, qu'il commença en publiant les Térébratules du Lias et de l'Oolithe inférieure.

C'est alors aussi qu'en collaboration avec M. Hébert, il fait connaître la faune si riche de l'Oxfordien inférieur de Montreuil-Bellay. En somme, il aborde avec un égal succès la stratigraphie et l'étude des groupes fossiles les plus différents : Crocodiliens, Céphalopodes, Gastéropodes, Brachiopodes.

Malgré les pressantes sollicitations de son père, E. E. Deslongchamps ne se pressait pas de terminer sa thèse. Beaucoup de points de détail ne lui paraissaient pas suffisamment nets, et il eût voulu donner une monographie complète des étages dont il avait entrepris l'étude. Enfin, il se décida à limiter son travail qui parut en 1864, sous le nom d'*Etudes stratigraphiques sur les étages jurassiques inférieurs de la Normandie*.

« Mon intention, dit-il, était d'abord de comprendre dans ce travail toutes les couches jurassiques de la Normandie ; mais j'ai dû me borner pour l'instant au lias et au système oolithique inférieur, réservant pour une autre étude les systèmes oolithique moyen et supérieur, pour lesquels j'ai déjà rassemblé une grande quantité de matériaux. »

Cette œuvre magistrale, qui valut à son auteur, en 1864, le grade de docteur, est divisée en deux parties. Dans la première, l'auteur étudie les différentes couches des systèmes liasique et oolithique inférieur. La limite supérieure de cet ensemble de couches est rigoureusement tracée et la discordance entre le Callovien et le Bathonien nettement établie. Les caractères pétrographiques et paléontologiques de chacune des assises sont donnés avec de nombreux détails, et les coupes de carrières, soigneusement relevées, fournis-

sent des renseignements que la disparition de ces carrières rend de jour en jour plus précieux. Le Lias supérieur et les couches à *Ammonites Murchisonæ* sont réunis par E. E. Deslongchamps sous le nom de Marnes infra-oolithiques. Le temps n'a pas sanctionné cette innovation, mais le chapitre dans lequel sont comparées les faunes du Lias à Bélemnites et de ces Marnes infra-oolithiques n'est pas un des moins intéressants ni des moins originaux de ce travail. Dans la deuxième partie de l'ouvrage, sous le titre de *considérations géologiques et paléontologiques*, E. E. Deslongchamps aborde l'étude des stations paléontologiques remarquables. Il examine les conditions du récif de May pendant le dépôt du Lias et de l'Oolithe inférieure, et le paléontologiste reparait pour analyser les caractères des diverses faunes successives que les flancs de ce récif ont abritées. Il nous fait partager en termes éloquents son admiration pendant l'exhumation de ce récif, au cours du travail des carrières : « Dans un grand nombre de points, j'ai eu l'indicible satisfaction de contempler ce magnifique spectacle, montrant la faune liasique telle qu'elle existait en place... Chaque coup de pioche, enlevant successivement les déblais, me faisait l'effet d'un flot de marée descendante, découvrant peu à peu le fond de la mer jurassique. J'étais sous l'impression qu'on ressent lorsqu'une grande marée des équinoxes vient nous révéler un de ces rochers ne découvrant presque jamais et qui, pour quelques instants seulement, fait jouir les yeux du naturaliste de la vie de ces êtres marins, aux mille formes, aux couleurs splendides, s'ébattant en liberté dans les petites flaques d'eau laissées par le flot en se retirant. » Il nous fait ensuite connaître les caractères de la faune des couches à poissons de Curcy et du Calcaire de Caen et termine par l'étude de l'extension géographique des divers étages, des dislocations dont leurs couches ont été affectées.

Un tel travail plaçait E. E. Deslongchamps au nombre des premiers stratigraphes de l'Ecole Française, et les circonstances seules empêchaient de le pourvoir d'une chaire de géologie qu'il eût dignement occupée.

En 1865, J. A. Eudes-Deslongchamps, sentant ses forces diminuer, et voulant consacrer à terminer ses travaux sur les Téléosauriens le temps que lui prenaient ses fonctions de professeur de zoologie et de doyen de la Faculté des sciences, sollicita comme une récompense de ses longs services la faveur d'être suppléé par son fils dans ses fonctions de professeur. Cette satisfaction lui fut accordée, et E. E. Deslongchamps fut nommé professeur suppléant de zoologie à la Faculté des sciences de Caen. Il obtenait aussi

l'autorisation d'ouvrir à Honfleur des cours d'enseignement supérieur qui eurent un très grand succès.

En même temps, il commençait à recueillir la récompense de ses travaux paléontologiques et géologiques, pour lesquels la section des sciences du comité des travaux historiques et scientifiques lui décernait, en 1866, une médaille d'argent; ses connaissances sur l'anatomie des Téléosauriens font autorité, et les sociétés françaises et étrangères tiennent à honneur de l'inscrire au nombre de leurs membres correspondants.

En 1867, après la mort de son père, il est nommé professeur de zoologie à la Faculté des sciences. Pendant les derniers mois qui ont précédé sa mort, J. A. Eudes-Deslongchamps indique à son fils le plan et les résultats du grand travail qu'il comptait publier sur les Téléosauriens. Le *Prodrome des Téléosauriens du Calvados*, dans lequel les genres *Metriorhynchus*, *Teleidosaurus*, *Pelagosaurus*, *Steneosaurus* furent pour la première fois bien définis, est destiné à faire connaître ces recherches.

Malheureusement les exigences de son enseignement, l'organisation des collections zoologiques qui dépendaient de sa chaire et la préparation de son *Jura Normand*, semblèrent alors détourner E. E. Deslongchamps de la géologie et de la paléontologie.

La Faculté des sciences de Caen possédait de magnifiques collections d'anatomie comparée, de zoologie et d'ethnographie, formées de matériaux recueillis par différents voyageurs, notamment par Dumont d'Urville. E. E. Deslongchamps entreprit d'organiser ces richesses et fit du Musée de Caen l'un des plus beaux musées de province. Certaines séries, celles des Paradisiens et des Oiseaux-Mouches, furent complétées de manière à en faire les plus riches des collections françaises et étrangères.

Il organisa, à l'Exposition universelle de 1878, une série d'objets ethnographiques provenant des collections de la Faculté des sciences; c'est là aussi qu'il exposa cette magnifique préparation du *Pelagosaurus typus* des couches à poissons de la Caine, qui a depuis été acquise par le Muséum d'histoire naturelle. Cette exposition lui valut une médaille de vermeil.

Il entreprit aussi de créer, dans le voisinage de la Faculté, un laboratoire où les élèves pourraient venir se familiariser avec l'étude des animaux marins et, en 1879, le Conseil général du Calvados vota l'achat, à Luc-sur-Mer, d'un immeuble qui devenait un Laboratoire maritime annexé à la Faculté des sciences et dont E. E. Deslongchamps était nommé directeur.

Ses fonctions de professeur de zoologie qu'il prenait si à cœur ne

le détournaient qu'en apparence de la géologie et de la paléontologie. Il avait conservé l'idée de faire connaître la faune des étages dont il avait établi la stratigraphie. C'est dans ce but qu'il commença la publication du *Jura Normand*. Le *Jura Normand* devait comprendre l'étude de tous les animaux vertébrés ou invertébrés qui se sont succédé sur le sol des cinq départements de la Normandie, depuis la période de l'Infra-lias, jusqu'à l'apparition des faunes crétacées. Le mode de publication adopté, par monographie de couches, devait faire connaître « l'ensemble des êtres qui ont animé chaque période, depuis les plus élevés jusqu'aux plus infimes en organisation ». Ce beau programme, dont il était le premier à concevoir les difficultés, n'a pu être réalisé. Du *Jura Normand* deux livraisons seulement ont paru et nous font regretter très vivement celles qui devaient suivre. Mais elles ne reçurent pas, à leur apparition, les encouragements que l'auteur était en droit d'attendre. Réduit pour leur publication à ses ressources personnelles, il dut reculer devant les frais énormes qu'elle entraînait et attendre des circonstances favorables qui ne se sont présentées que malheureusement trop tard.

En 1883, un décret créait à Caen une chaire de géologie et de paléontologie dont E. E. Deslongchamps fut nommé titulaire. Le déménagement des collections de la Faculté, l'absence de toute organisation de laboratoire pendant la reconstruction des bâtiments de la Faculté, ne lui permirent pas de tirer de sa nouvelle situation le parti qu'il désirait. Ne pouvant profiter des richesses accumulées dans les collections du laboratoire, il reprit l'étude des Brachiopodes. Il avait été frappé des modifications que l'étude des développements des Brachiopodes vivants avait révélées dans l'appareil brachial de Térébratulidés et il entreprit de fonder sur ce caractère une nouvelle classification de ce groupe. La collection DeFrance lui fournit aussi le sujet d'une note, dans laquelle il signala les Brachiopodes décrits par cet auteur dans le Dictionnaire des Sciences naturelles.

Enfin, il s'occupa de classer les belles séries de l'Oxfordien du Calvados de la Faculté des Sciences, que venait d'enrichir le don de la magnifique collection de M. Jarry. Le catalogue descriptif des Céphalopodes et des Gastéropodes de cette collection fut son dernier travail.

E. E. Deslongchamps n'avait point perdu de vue le *Jura Normand* qui avait été la préoccupation de ses vingt dernières années. Il continuait à rassembler les documents nécessaires à sa continuation et quand, sous l'impulsion de notre zélé secrétaire, M. Bergeron,

la Société géologique de France fonda des Mémoires de Paléontologie, E. E. Deslongchamps annonça qu'il y publierait la Monographie des étages bajocien et bathonien de Normandie. Mais sa santé, déjà chancelante depuis plusieurs années, avait été l'an dernier plus fortement ébranlée. Il s'éteignit le 20 décembre 1889, à l'âge de 59 ans, au moment où la publication de ses deux monographies allait lui permettre de réaliser le vœu qu'il exprimait dans l'avertissement du *Jura Normand* et où se traduit la profonde vénération qu'il avait pour son père. « En mettant en œuvre, disait-il, les immenses matériaux recueillis par mon père pendant le cours de sa laborieuse carrière, en donnant la publicité aux notes et aux documents de tout genre qu'il m'a laissés, je pense remplir son désir le plus cher et le mieux honorer sa mémoire ».

De ce travail, fruit de deux existences, il est bien difficile aujourd'hui de tirer le parti que E.-E. Deslongchamps seul aurait pu en tirer. Le travail existait dans son esprit ; un grand nombre de dessins sont terminés, la bibliographie faite, mais les notes sont rares. Ce n'est pas cependant sans regret que nous verrions perdre pour la science et pour la mémoire des noms de J. A. Eudes Deslongchamps et de E. E. Deslongchamps le fruit de soixante années de travaux des deux grands naturalistes normands.

Fort heureusement leur bagage scientifique est encore assez important pour qu'ils laissent un grand nom, et pour E. E. Deslongchamps en particulier, les lignes suivantes, empruntées à un article du *Geological Magazine* montrent en quelle estime il était tenu par les savants étrangers : « M. E. E. Deslongchamps était peut-être un des derniers de cette ancienne école de naturalistes universels ; c'était une qualité nécessaire pour un homme qui avait consacré sa vie à l'étude de l'histoire naturelle entière d'une contrée aussi variée et aussi grande que la Normandie. Il fut tour à tour botaniste, zoologiste, géologue, et archéologue ; il était toujours prêt à étudier tout problème qui se présentait à lui et semblait avoir autant de plaisir à étudier les cas tératologiques des Fuchsias que les Crocodiles jurassiques, l'histologie des Brachiopodes, la corrélation des couches jurassiques de France, tous sujets qui touchaient à sa chère Normandie. Il sera vivement regretté par les savants de cette province, et la mort de ce naturaliste d'une expérience si grande et si variée laissera dans la Société Linnéenne de Normandie un vide qu'il sera difficile, sinon impossible de combler. »

**Liste des travaux paléontologiques et géologiques
publiés par Eugène-Eudes Deslongchamps.**

I. — PALÉONTOLOGIE.

1853. — Note sur quelques Brachiopodes nouveaux du Lias. (*Annuaire Institut des Provinces*, 1853).

1854. — Note sur un nouveau genre de Brachiopodes (*Annuaire Institut des Provinces*, 1854).

1856. — Notice sur deux nouveaux Brachiopodes des terrains crétacés de la Manche (*Bull. Soc. Linn. Normandie*, t. I, 1856, p. 68, pl. IV).

1856. — Catalogue des Brachiopodes fossiles de Montreuil-Bellay (Maine-et-Loire) (*Ibid.*, p. 95, pl. V).

1856. — Sur des Brachiopodes du Lias moyen et supérieur (*Mém. Soc. Linn. Norm.*, t. X, p. XLV).

1856. — Observations sur l'appareil brachial des Thécidées (*Ibid.* p. 61, pl. IV et V).

1856. — Introduction à l'histoire naturelle des Brachiopodes vivants et fossiles, par Ch. Davidson, traduction en collaboration avec J. A. Eudes Deslongchamps (*Ibid.*, p. 69, pl. XI à XIV).

1856. — Note sur deux nouvelles Térébratules du Lias moyen de Précigné (Sarthe). (*Ibid.*, p. 302, pl. XVII).

1857. — Catalogue descriptif des Brachiopodes du système oolithique inférieur du Calvados (*Bull. Soc. Linn. Norm.*, t. II, 1857, p. 312, pl. IV et V).

1859. — Note sur les Brachiopodes du Callovien de la Voulte et autres localités du département de l'Ardèche (*Ibid.*, t. IV, 1859, p. 196, pl. II).

1860. — Sur la fonction des spicules calcaires renfermés dans le manteau de certains Brachiopodes. (*Bull. Soc. Philom. de Paris*, séance du 22 déc. 1860).

1860. — Mémoire sur les Brachiopodes du Kelloway-Rock ou zone ferrugineuse du terrain Callovien dans le N. O. de la France. (*Mém. Soc. Linn. Norm.*, tom. XI, 1866, 6 planches).

1861. — Observations concernant quelques Gastéropodes fossiles des terrains jurassiques (*Bull. Soc. Linn. Norm.*, t. V, 1861, p. 119, pl. XI).

1861. — Et EDM. HÉBERT. Mémoire sur les fossiles de Montreuil-Bellay (*Ibid.*, p. 153, pl. IV à IX).

1862. — Note sur le développement du deltidium chez les Brachiopodes articulés (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2^e série, t. XIX, 1862, p. 409, pl. IX).

1867. — Observations sur la communication de M. Schlumberger, relative aux *Aptychus* et *Anaptychus* (*Bull. Soc. Linn. Norm.*, 2^e série t. I, 1867, p. 104).

1869. — Prodrome des Téléosauriens de la Normandie. (*Ibid.*, t. III, 1869, p. 2).

1869. — Sur des débris de Reptiles fossiles trouvés au Havre. (*Ibid.*, p. 122).

1869. — Mémoire sur les Téléosauriens de la Normandie (Suite). (*Ibid.* p. 124).

1869. — Note sur les Reptiles appartenant à la famille des Téléosauriens, dont les débris ont été recueillis dans les assises jurassiques de la Normandie (*Bull. Soc. Géol. Fr.* 2^e série, t. XXVII, 1869, p. 299, pl. II à VIII).

1870. — Sur une tête d'Ichthyosaure trouvée à la Caine (*Ibid.* t. IV. 1870, p. 85).

1877-78. — Le Jura Normand. Études paléontologiques des divers niveaux jurassiques de la Normandie. 1^{re} et 2^{me} livraison — Caen, Le Blanc-Hardel, in-4^o. Monographie IV, feuilles 1 à 8, pl. I-IV, VII, XV — Monogr. VI, feuilles 1 à 10, pl. I-IX, XI).

1887. — Sur des exemplaires de l'*Hemicidaris Langrunensis* et sur des Pentacrines de la Grande-Oolithe (*Ibid.* 3^e série, t. X, 1887, p. 21).

1864-1869. — NOTES PALÉONTOLOGIQUES. — 1^{er} volume, 392 p. 25 pl. in-8^o.

I. Sur l'*Archæopteryx lithographica* ou Oiseau fossile de Solenhofen (*Bull. Soc. Linn. Norm.* t. VIII, 1864, p. 170, pl. II).

II. Sur la nature des *Aptychus* (*Ibid.* p. 178).

III. Sur une nouvelle espèce de *Peltarion* recueillie dans l'étage Oxfordien (*Ibid.* p. 190, pl. V, fig. 1-2).

IV. Sur une nouvelle espèce d'Oscabrion (*Chiton liasinus*) du Lias moyen de la Normandie (*Ibid.* p. 192, pl. V, fig. 3 à 5).

V. Sur des Patellidées et Bullidées nouvelles des Terrains jurassiques. (*Ibid.*, p. 196, pl. V, fig. 6 à 10).

VI. Note sur la délimitation des genres *Ditremaria* et *Trochotoma* (*Bull. Soc. Linn. Norm.*, t. IX, 1865, p. 421, pl. III).

VII. Note sur des Céphalopodes et des Crustacés renfermés

dans la cavité abdominale de Poissons et de Reptiles des argiles infra-oolithiques. (*Ibid.*, p. 156, pl. IX).

VIII. Note sur les genres *Trochotoma* et *Ditremaria*. (*Ibid.*, p. 215, pl. IV, fig. 1 à 3, pl. VIII, fig. 5 et 6).

IX. Note sur les *Leptomaria* et *Ditremaria*, démembrés du genre *Pleurotomaria* et sur quelques espèces nouvelles appartenant à ces trois genres (*Ibid.* p. 221, pl. VI et VII).

X. Note sur plusieurs espèces nouvelles de Gastéropodes provenant de la couche à *Ammonites Sauzei* (*Ibid.* p. 247, pl. VIII).

XI. Prodrome des Téléosauriens du Calvados. Note sur le squelette et la restauration du *Teleosaurus Cadomensis* (*Ibid.*, t. II, 1868, p. 381). Note sur le sous-genre *Steneosaurus* (*Ibid.* p. 419).

XII. Nouvelle note sur les *Aptychus*.

1889. — NOTES PALÉONTOLOGIQUES. — 2^e volume (inachevé), 80 p., 1 pl.

I. Rapport sur les fossiles oxfordiens de la collection Jarry. (*Bull. Soc. Linn. Norm.*, 4^e série, t. III, p. 75 et 92).

1863-1887. — ÉTUDES CRITIQUES SUR DES BRACHIOPODES NOUVEAUX OU PEU CONNUS.

I. Espèces du Lias (*Bull. Soc. Linn. Norm.* t. VII, 1863, p. 259, pl. I à IV).

II. Espèces du Système oolithique inférieur (*Ibid.* p. 274, pl. V).

III. Espèces des Systèmes oolithiques moyen et supérieur (*Ibid.* p. 279, pl. VI).

IV. Espèces des terrains crétacés (*Ibid.* p. 285, pl. VII et VIII).

V. Espèces des terrains tertiaires (*Ibid.* p. 294, pl. VIII).

VI. Note de rectification sur la *Terebratula humeralis* (*Ibid.* t. VIII, 1864, p. 249).

VII. Espèces du système oolithique inférieur (*Ibid.* p. 251, pl. IX et X).

VIII. Brachiopodes recueillis par M. de Verneuil dans le Lias de l'Espagne (*Ibid.* p. 263, pl. XI et XII).

IX. Notes sur les modifications à apporter à la classification des *Terebratulidæ* (*Ibid.* 3^e série, t. VIII, 1884, p. 161, pl. I à VIII).

X. Note sur une anomalie observée sur un échantillon de *Liothyris vitrea* (*Ibid.* p. 297, pl. VIII, fig. 7-11).

XI. Sur l'appareil brachial de diverses Térébratules du Lias

et du Système oolithique inférieur (*Ibid.* p. 303, pl. IX-XII).

XII. Sur des Brachiopodes nouveaux ou peu connus du Lias et du Système oolithique inférieur (*Ibid.* p. 327, pl. XIV).

XIII. Note sur plusieurs espèces de Crânes du Système oolithique inférieur (*Ibid.* p. 327, pl. XIV).

XIV. Revue des Térébratules décrites par DeFrance dans le LIII^e volume du Dictionnaire d'histoire naturelle, d'après les types conservés dans la collection de cet auteur (*Ibid.* t. X, 1887, p. 31, pl. XXVII et XXVIII).

PALÉONTOLOGIE FRANÇAISE.

Brachiopodes jurassiques, t. I, 1862 à 1883, p. 1 à 148, pl. I à CXXXI.
Gastéropodes jurassiques. Collaboration avec M. Piette à la première partie.

II. GÉOLOGIE.

1856. — Coupe géologique de la carrière de Vieux-Pont (Calvados) (*Mém. Soc. Linn. Norm.*, t. X, 1856, p. L).

1856. — Coupe de terrain à Amayé-sur-Orne. (*Ibid.* p. LI).

1856. — Terrain carbonifère dans le département de la Manche (*Ibid.* p. LIII).

1856. — Coupe géologique d'Evrecy (*Bull. Soc. Linn. Norm.*, t. I, 1856, p. 17, pl. I).

1856. — Note sur la présence du Cornbrash à Lion-sur-Mer. (*Ibid.* p. 25, pl. I).

1856. — Partie géologique de la promenade Linnéenne à Harcourt. (*Ibid.* p. 125).

1858. — Note sur le retrait et l'envahissement des mers dans le Nord-Est de la France, à l'époque de la Craie inférieure (*Ibid.*, t. III, 1858, p. 129).

1858. — Et J. A. EUDES-DESLONGCHAMPS. Mémoire sur la couche à *Leptæna* intercalée entre le Lias moyen et le Lias supérieur dans le Calvados (*Ibid.*, p. 132, pl. II-VIII).

1859. — Note sur les falaises de Trouville et du Havre. (*Ibid.*, t. IV, 1859, p. 75).

1859. — Note sur le Callovien des environs d'Argentan et de divers points du Calvados. (*Ibid.*, p. 216, pl. IV).

1859. — Note sur la limite du Lias supérieur et du Lias moyen dans le département du Calvados (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2^e série, t. XVI, 1859, p. 673).

1863. — Lettre sur la formation des nodules calcaires renfermés dans les argiles de la base du Lias supérieur (*Bull. Soc. Linn. Norm.*, t. VII, 1863, p. 231).

1863. — Notes pour servir à la géologie du Calvados (2^e article). Coupe de Sées à Lion-sur-Mer; Coupe de Fresnay-la-Mère. (*Ibid.*, p. 304, pl. XIV).

1864. — Notes pour servir à la géologie du Calvados (3^e article). — III. Difficultés de l'étude des séries siluriennes. — IV. La série silurienne dans la vallée de la Laize. — V. Comparaison de la Grande Oolithe de Normandie avec celle de la Sarthe et du Boulonnais. (*Ibid.*, t. VIII, 1864, p. 206).

1864. — Documents sur la géologie de la Nouvelle-Calédonie, suivis d'un catalogue des roches triasiques recueillies dans cette île par MM. Jouan et E. Deplanches et de la description des fossiles triasiques de l'Île Hugon, dépendance de cette colonie. (*Ibid.*, p. 332, pl. XII à XVII).

1864. — Sur le terrain Jurassique de la Normandie, de la Sarthe et du Boulonnais. (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2^e série, t. XXI, 1864, p. 125).

1865. — Études sur les étages jurassiques inférieurs de la Normandie (*Mém. Soc. Linn. Norm.* t. XIV, 1865, 3 pl.).

1865. — Procès-verbaux de la réunion extraordinaire de la Société Géologique de France à Cherbourg (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2^e série, t. XXI, 1865, p. 569).

1866. — Note sur une série de roches et de fossiles recueillis aux environs de Martigues (Bouches-du-Rhône). *Bull. Soc. Linn. Norm.* t. X, 1866, p. 36).

1887. — Remarques sur la distribution des eaux de la ville de Caen (*Ibid.* 2^e série, t. X, 1887, p. 291).

M. BOULE donne communication de la note suivante :

**Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace
et des environs de Mulhouse,**

par MM. Mathieu Mieg, G. Bleicher et Fliche.

(Pl. VI).

BIBLIOGRAPHIE.

J. Delbos et J. Kœchlin-Schlumberger. Description géol. et min. du Haut-Rhin. Tome II. — J. Delbos. L'Alsace pendant la période tertiaire. *Revue des cours scientifiques*, 5 mars 1870. — Les flores tertiaires des environs de Mulhouse. Note présentée à la *Soc. industrielle de Mulhouse* dans sa séance du 31 mars 1886 par M. Fliche. — Die Gliederung des Sundgauer Tertiärs von Dr Förster. *Mittheilungen der Commission für die geol. Landes-Unters. von Elsass-Lothringen*, Band I, Heft III, 1888. — Die Oligocänen Ablagerungen bei Mulhausen i. E., von Dr B. Förster. *Mitth. d. Comm. für die geol. Landes-Unters. von E.-L.* Band I, Heft I. — *Procès-verbaux de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie*. 2^e année, t. II, fas. VII. — Notice sur quelques sondages aux environs de Mulhouse et en Alsace par MM. Ch. Zundel et Mathieu Mieg. *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, séance du 30 mai 1877. — Note sur un sondage exécuté à Dornach (près Mulhouse) en 1869, par M. Mathieu Mieg. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3^e série, t. XVI, p. 256. — Note sur le gypse de Zimmersheim (près Mulhouse) par M. Mathieu Mieg. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3^e série, t. XVII, p. 562. — Dr F. Sandberger. Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens. — A. Andreae. Ein Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs. *Abh. z. geol. Specialk. v. Els.-Lothr.* Band II, Heft III. — Sandberger. Land und Süßwasserconchylien der Vorwelt. — A. Paladilhe. Description de quelques nouvelles espèces de coquilles fossiles du Pleistocène des environs d'Oran. *Revue des sciences naturelles de Montpellier*, 1875. — Paul Fischer. Manuel de conchyliologie et de paléontologie conchyliologique. — F. Fontannes. Description sommaire de la faune malacologique des formations saumâtres et d'eau douce du groupe d'Aix, dans le Bas-Languedoc, la Provence, le Dauphiné, 1884, gr.in-8° avec 7 planches

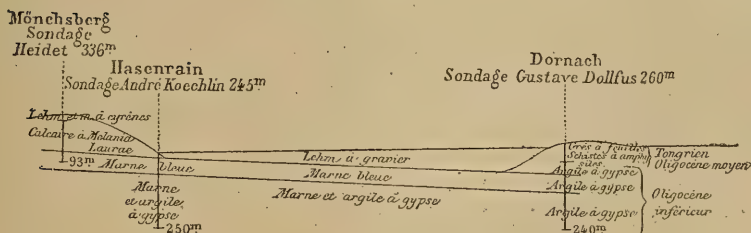
et un tableau synoptique. — Munier-Chalmas. Sur les formations gypseuses du bassin de Paris, *Comptes-Rendus Acad. Sc.*, tome CX, n° 12 (24 mars 1890). — Ueber Schildkrötenreste aus dem Unteroligocän des Sundgaues von H. B. Förster und H. Becker. *Mitth. d. Comm. f. d. geol. Landes-Unters. v. E.-L.* Band I, Heft IV. — Schlothheim. Die Petrefactenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte, Gotha, 1820 — G. Brocchi. *Conchiologia fossile subapennina*, Milano 1814.

Nous nous proposons de réunir sous ce titre les observations que nous avons pu faire dans les dernières années sur le terrain tertiaire d'Alsace et en particulier sur celui des environs de Mulhouse, examinant la série des dépôts oligocènes sundgoviens des plus anciens aux plus récents. Cette série comprend aux environs de Mulhouse, en comptant depuis les couches les plus anciennes connues :

Argile à gypse et marne bleue, épaisseur connue.	200 ^m environ.
Calcaire à <i>Melania Lauræ</i> , épaisseur	60 à 70 ^m environ.
Gypse de Zimmersheim.	40 ^m environ.
Marnes à Cyrènes.	4 à 5 ^m environ.
Schistes à Meletta et à Amphysiles.	8 à 10 ^m environ.
Grès à feuilles de Habsheim.	10 à 15 ^m environ.

ARGILE A GYPSE ET MARNE BLEUE.

Fig. 1.



A la suite de recherches dans les archives de la Société industrielle de Mulhouse, nous pouvons donner des renseignements nouveaux et inédits sur cet horizon encore fort peu connu. C'est ainsi qu'il a été possible de retrouver des lettres de M. André Koechlin relatives au sondage profond qu'il a fait exécuter dans sa propriété du Hasenrain, au pied de la colline du vignoble de Mulhouse formée par le calcaire à *Melania Lauræ*, au niveau de la route de Brunstatt, à environ 245 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ces travaux, entrepris pour la recherche d'eaux jaillissantes, ont duré deux ans, de 1836 à fin novembre 1837. Commencés au fond d'un puits de

onze mètres de profondeur, entièrement creusé dans le lehm et le calcaire à *Melania Lauræ*, bien stratifié, ils ont été poussés jusqu'à une profondeur de 250 mètres. Nous ne possédons pas, malheureusement, un relevé complet des couches traversées, mais ce qu'il importe de savoir c'est que le sondage, après avoir traversé 11^m70 de lehm et de calcaire d'eau douce à *Mel. Lauræ* bien stratifié, a rencontré la marne bleue, et à son niveau une puissante nappe d'eau (1). Le sondage à partir de là n'est plus sorti de la marne et est resté pour tout l'avancement de 1837, soit de 166^m40 à 250 mètres — profondeur à laquelle s'est arrêté le sondage — dans les marnes et argiles gypseuses qui paraissent plonger sous les alluvions (2) de la plaine.

On en peut conclure — voy. coupe n° 1 — que les marnes et argiles à gypse du Hasenrain correspondent à celles de Dornach, dont elles ne sont éloignées que d'environ 1800 mètres. Les argiles à gypse de Dornach, dans leur partie moyenne et inférieure au moins, seraient donc du même âge que celles du Hasenrain, c'est à dire de la base de l'Oligocène inférieur, cette détermination étant justifiée par la position qu'occupent les marnes bleues et les argiles à gypse, au-dessous du calcaire à *Mel. Lauræ*.

Les argiles à gypse des couches les plus inférieures du sondage de Niedermorschwiller pourraient également être attribuées à la même époque. Les sondages Heidet (3) du jardin zoologique (4) et nos observations faites dans l'ancienne carrière Hett à Riedisheim, permettent de donner des renseignements complémentaires sur la marne bleue et la façon dont elle se rattache au calcaire d'eau douce. Le sondage Heidet a été exécuté en 1864, presque à côté du signal du Mönchsberg — ou Münsberg — (336^m50), vers le sommet de la colline de calcaire à *Melania Lauræ* qui domine le Hasenrain. Le forage a traversé 8 mètres de lehm et de marnes à cyrènes (5), 67 mètres de calcaire à *Melania Lauræ* de consistances diverses, devenant marneux dans le bas, 18 mètres de marne bleue (6).

(1) A ce niveau il a été impossible de maintenir le puits à sec malgré une extraction de 100 hectolitres par heure.

(2) La lettre de M. André Kœchlin emploie improprement les termes d'alluvions marneuses et gypseuses.

(3) Voy. Note sur quelques sondages aux environs de Mulhouse, p. 2.

(4) Idem, p. 3.

(5) Les travaux récents de canalisation de la ferme de Mönchsberg (ancienne propriété Heidet) ont traversé les marnes à cyrènes, sur une épaisseur d'environ 1 mètre.

(6) La marne bleue, provenant de ce sondage, qui se trouve en notre possession, provient des couches de passage du calcaire d'eau douce à la marne bleue ; elle est dure et compacte, et mélangée de calcaire bleu, argileux, bréchoïde.

Le sondage du jardin zoologique, à environ 600 mètres N. E. du signal de Mönchsberg, a rencontré la marne bleue à une profondeur de 62 mètres environ, après avoir traversé le calcaire d'eau douce à *Mel. Lauræ* sur une épaisseur un peu moindre qu'au puits Heidet. Des calcaires noirs compacts et des lignites se rencontrent entre 44 et 45 mètres, puis un calcaire jaunâtre argileux, avec très peu de gypse. A 56^m, bancs argileux alternant avec un calcaire blanc crayeux devenant de plus en plus compact jusqu'à 61^m. De 61^m à 62^m, calcaire bleu argileux, bréchoïde, empâtant de petits cailloux anguleux. De 62^m à 66^m30, marne bleue, parfois peu marneuse et compacte. La présence d'une faible quantité de gypse dans le calcaire argileux, traversé entre 44 et 45 mètres, au jardin zoologique, fait supposer que, comme au Hasenrain, le gypse existe au-dessous du calcaire d'eau douce et de la marne bleue.

A Riedisheim (fig. 3) dans l'ancienne carrière Hett, aux bancs inférieurs compacts, avec niveau ligniteux, du calcaire à *Mel. Lauræ*, succède :

1^m marne bleue un peu sableuse.

1^m 1/2 calcaire bleu, sableux, bréchoïde avec *Cypris* et faunule de *Melania Lauræ*, de petite taille, différant, cependant, de la forme naine de Kötzingen.

Les joints et les fentes de ce calcaire sont imprégnés de bitume noir, brillant, brûlant avec une odeur très caractérisée.

En dessous, marne bleue sur une épaisseur inconnue. A Riedisheim comme au Hasenrain, un niveau d'eau assez abondant se rencontre aux premières couches de marne bleue. Celle-ci a été atteinte en 1872, à 27 mètres de profondeur, à Riedisheim, dans le puits creusé à côté de l'auberge du Cheval blanc. On peut donc formuler sur l'allure générale de ce substratum de nos formations tertiaires une opinion basée sur des observations multiples.

Le niveau de la place de la Réunion, à Mulhouse, étant à 245^m au-dessus du niveau de la mer, la marne bleue s'est rencontrée à 255^m au sondage Heidet, à 218^m à celui du jardin zoologique, à 235^m à celui du Hasenrain. La marne bleue plonge donc, à partir du signal du Mönchsberg, à la fois au N. O. vers le Hasenrain et Dornach, à l'E. vers Riedisheim, mais beaucoup plus fortement dans cette dernière direction.

CALCAIRE A MELANIA LAURÆ

Le calcaire à *Melania Lauræ* varie beaucoup comme aspect lithologique. Il est tantôt dur, compact, parfois même d'aspect lithogra-

prique (Brunstatt), tantôt bréchoïde ou pisolitique (1), parfois argileux, marneux, ou tendre et d'aspect crayeux. Puis, se mélangeant de sable, il devient gréseux et passe à de véritables grès (grès à plantes de Niederspechbach et de Niedersteinbrunn, grès durs non gélifs exploités comme pierres de taille à Emlingen). La présence de lignites et d'empreintes de tiges de végétaux a été assez fréquemment signalée vers la base du calcaire à *Mel. Lauræ* (Rixheim, Brunstatt, Luemschwiler, Illfurth (2), Flachslanden, Froeningen (3), sondage du jardin zoologique). On constate également à la base de ce calcaire et même à des niveaux supérieurs la présence d'abondants débris, parfois charbonneux, de racines et de fragments de tiges de roseaux, *Phragmites*? et d'autres plantes monocotylédones, de rhizômes de nymphéacées qui, par leur parfait état de conservation, indiquent un fond ou sol marécageux sur lequel ces végétaux ont vécu en place (Bornkappel, Riedisheim).

Des lentilles de silex noir se rencontrent au milieu du calcaire à Riedisheim et à Rixheim. Elles renferment des fossiles du calcaire d'eau douce et des algues en tubes cloisonnés (Voy. observations du Dr Bleicher).

La faune animale du calcaire à *Mel. Lauræ* est pauvre; on y trouve : *Palæotherium medium* Cuv. Des dents séparées, des mâchoires parfois entières appartenant à des individus de tout âge, des côtes, se rencontrent assez fréquemment à Brunstatt, à la Bornkappel, Riedisheim, Rixheim, et prouvent que cet animal n'était pas rare sur les bords du lac sundgovien; — *Palæotherium magnum* Cuv. Extrémités soudées de radius et de cubitus (Rixheim). accompagne toujours le *P. medium*, d'après l'opinion de M. Gaudry, le savant paléontologiste; — Tortues (*Testudo Lauræ* Förster et Becker (4), (Brunstatt, Rixheim). Les ossements de tortue que nous possédons appartiennent probablement à deux espèces bien distinctes. Un demi-plastron entier — longueur 11 centim., largeur 10 centim. — et un grand fragment de carapace — largeur 17 centim.

(1) Le sondage du jardin zoologique a traversé, à 44^m10 de profondeur, des sables composés de pisolithes calcaires non cimentés, et de fragments anguleux de calcaire noir passant à une brèche calcaire composée des mêmes éléments.

(2) Le lignite a été l'objet de recherches assez importantes dans cette localité au commencement du siècle. Voy. J. Delbos et J. Kœchlin-Schlumberger, Description géologique et minéralogique du Haut-Rhin, p. 16 et 31 à 33.

(3) Des couches de lignite combustible, ont été découvertes en 1839 dans le calcaire d'eau douce de Froeningen.

(4) Ueber Schildkrötenreste aus dem Unteroligocän des Sundgaues von H. B. Förster und H. Becker. *Mitth. d. Comm. f. d. geol. Landes-Untersuchung von E. L.* Band I, Heft IV, p. 213.

— se rapportent à de jeunes individus et à une petite espèce; d'autres fragments de plastron, par leur taille et la forte épaisseur des os, appartiennent à une espèce beaucoup plus grande et plus forte qui nous paraît être du genre *Emys*.

La faune des Mollusques, assez peu variée, contient comme espèces caractéristiques :

Melania Lauræ Math., autrefois *Melania Escheri* Brongn. var *Lauræ* Math. (1), est une espèce essentiellement polymorphe. Son abondance extrême, l'étendue de ses variations au point de vue de la taille et des ornements nous ont engagé à l'étudier avec soin, depuis son apparition jusqu'à sa disparition du bassin tertiaire des environs de Mulhouse.

Il semble que de pareilles recherches peuvent contribuer à la connaissance plus complète des conditions dans lesquelles se sont formés ces dépôts et servir à supprimer les causes d'erreur qui rendent si difficile l'interprétation de la superposition des couches qu'on y rencontre.

Suivant Sandberger, dont nous suivons de préférence la diagnose, cette espèce (2) se caractérise ainsi :

Testa solida, conicoturrita, sub-imbricata, spirâ longissima, debili, plerumque partim decidua. Anfractus 17, excepta zona suprema excavata, satis convexi, suturis marginatis disjuncti, initiales sex læves, cæteri costulis transversalibus variciformibus, modo fere strictis, modo sub-arcuatis et carinulis longitudinalibus distantibus ornati. Costæ transversales ab initio frequentes (10-12) et paullo remotæ deorsum magis, magisque decrescunt, et in ultimo aperturam versus vix distinguntur, carinulæ longitudinales vero, ut in reliquis et in illo, circiter $\frac{1}{5}$ omnis altitudinis æquante, integræ et duabus basalibus auctæ conspicuuntur. Apertura vix obliqua late ovata margine dextro semicirculari extus, limbo tenui cincto.

Six figures (Pl. XVII, fig. 17,) sont consacrées à cette espèce, et l'auteur paraît avoir eu entre les mains un certain nombre d'échantillons, mais à notre grand regret, il ne donne que les dimensions du plus petit (fig 17^a), et consacre ses dessins à l'étude des formes de taille moyenne et grande taille, qui ne peuvent prêter à aucune équivoque.

La *Melania Lauræ* peut, dans notre bassin tertiaire, varier entre 3^{mm} (Kötzingen), 7 à 8^{mm} (Brunstatt, Riedisheim), 40 à 42^{mm}

(1) Sandberger-Land und Süßwasser Conchylien der Vorwelt, p. 323.

(2) Id, p. 323.

longueur moyenne (Brunstatt), 60 à 65^{mm} longueur maximum, Brunstatt et carrière des environs de Niederspechbach. Pre que partout les petites formes, et même parfois des formes naines, se rencontrent simultanément avec les toutes grandes. Il est à remarquer que sur les 14 à 17 tours de spire de la *Melania Lauræ* les 7 ou 8 premiers sont très courts, aciculaires, et ont une grande tendance à se briser. Aussi trouve-t-on le plus souvent cette coquille privée de ses premiers tours de spire à la façon de certains genres de gastropodes, les fragments détachés fossilisés à part et pouvant faire croire à l'existence d'une espèce nouvelle.

Les formes naines de 3 à 7-8^{mm} se rencontrent en extrême abondance à Kötzingen, spécialement dans une marne grumeleuse d'où on peut les extraire assez facilement pour les étudier. A Brunstatt et à Riedisheim, dans la carrière de Niederspechbach, les conditions ne sont plus généralement aussi favorables. — A Niederspechbach elles existent à l'état de moules. Il est à remarquer que, si les formes de petite taille dominant déjà à la base du calcaire à *Melania Lauræ* à Riedisheim (coupe n° 3), l'abondance de formes naines ne se constate qu'au sommet de cette formation à Kötzingen où, à côté de nombreux échantillons rabougris de l'espèce, s'en trouvent quelques-uns qui acquièrent une plus grande taille, 10 ^m/m.

Ces formes naines se présentent à Kötzingen dans des conditions excellentes pour l'étude : coquille bien fossilisée à bouche entière, tours de spire entiers, revêtue de la patine noire caractéristique. Le nombre des tours de spire des formes les plus naines est de 6 à 7.

On doit s'attendre à trouver sur ces formes le caractère suivant mentionné par le savant professeur de Wurzburg « initiales sex laeves ». C'est ce qui arrive, en effet, mais non sur tous les échantillons de petite taille que nous avons pu retirer de la couche fossilifère de Kötzingen.

Parmi ceux qui ont été soumis à l'étude de M. Fabre, de Nîmes, dont la haute compétence pour le Tertiaire des flancs du Plateau Central est bien établie, trois étaient lisses et pouvaient, selon ce géologue, être attribués à *Striatella barjacensis* ou à une espèce bien voisine du niveau de la *Melania albigensis*. D'autres échantillons présentent dès le 2^e tour les costules transversales d'abord peu marquées, puis le devenant de plus en plus vers le 3^e et le 4^e tour avec des tendances à la forme variqueuse. Ici peu de traces d'ornements longitudinaux carénés. Un caractère essentiel de ces formes naines qui les distingue de toutes les autres petites formes à coquille normalement développée, c'est l'accroissement rapide et exagéré des tours de spire; de plus pour tous les échantillons à bouche entière, les

seuls à considérer, le dernier tour de la coquille est toujours plus haut et moins large que pour les formes normales. Nous citerons comme exemple :

FORMES NAINES DE KÖTZINGEN.

- Forme striée, taille 5^{mm}, 7 tours de spire.
 Hauteur du dernier tour de la coquille 2^{mm} 1/2
 Largeur » » » 2^{mm}
- Forme lisse, taille 6^{mm}, 7 tours de spire.
 Hauteur du dernier tour de la coquille 3^{mm}
 Largeur » » » 2^{mm} 1/2

FORMES DE PETITE TAILLE NORMALEMENT DÉVELOPPÉE DE BRUNSTATT.

- Forme striée, taille 6^{mm}, 7 tours de spire.
 Hauteur du dernier tour de la coquille 2^{mm} 1/2
 Largeur » » » 3^{mm}

Ne sont donc à considérer comme formes naines que les échantillons à bouche entière, qui portent les caractères mentionnés plus haut; pour les autres, qui sont privés des tours de spire les plus récents, on peut se poser la question de décollement ou de cassure accidentelle de coquille à test mince, dans un milieu agité.

Que conclure de ces faits, sinon que nous avons affaire ici à une forme naine de l'espèce qui pullule dans la formation géologique, c'est-à-dire de la *Melania Lauræ* Math.? Par leur galbe, la disposition concentrique de leurs costules étroites, au nombre de 4, sur les tours recouverts, leur forme turriculée, leur bouche, ces petites coquilles appartiennent bien à l'espèce en question, comprise dans le sens le plus large. L'extrême abondance de formes naines dans le gisement de Kötzingen, à l'exclusion des formes de taille normale, peut s'expliquer à l'aide de deux hypothèses : nous avons affaire ici à un vrai gisement rempli de jeunes individus; ou, une cause d'abatardissement et, jusqu'à un certain point, de déviation du type normal, a maintenu ici à l'état nain l'immense majorité des coquilles de ce gisement.

On a vu plus haut que, parmi ces formes naines, les unes sont lisses, les autres sont striées dès les premiers tours. Cette différence tient-elle à la jeunesse ou n'est-elle pas plutôt le résultat d'une sorte de gêne dans le développement normal de l'individu?

Quoique nous n'ayons pas sur ce sujet des renseignements bien complets, les auteurs se contentant toujours de décrire l'espèce adulte et bien développée, nous penchons vers la seconde hypothèse, en nous basant sur des observations faites sur une autre espèce de *Melania*, la *M. tuberculata* Müller, dont nous possédons de nombreux échantillons, les uns fossiles pliocènes, les autres

quaternaires, d'autres enfin, actuels, de la même région, c'est-à-dire de l'Algérie. Pour la série pliocène, *M. tuberculata* Müll., que nous avons découverte dans le sondage du puits Kharoubi à Oran (1) accompagnant une riche faunule d'eau saumâtre, est représentée par de nombreux individus, allant de la taille maximum de 15^{mm} avec 7 à 8 tours de spire, jusqu'à celle minimum de 6^{mm} avec 7 tours de spire. Tous ces individus ont les mêmes caractères, et leur ornementation, la même, qui se voit nettement dès le 2^e tour de spire, est identique. Ils se retrouvent aussi sur les échantillons quaternaires et actuels des environs d'Ouargla que nous devons à l'obligeance de M. Thomas, vétérinaire en 1^{er} au 10^e hussards, qu'ils aient 15 à 20, et même 35^{mm} de long comme les plus grands. Nous avons affaire partout, dans ces exemples, à des individus développés normalement, sans que rien n'indique une cause de gêne dans l'évolution de l'espèce.

N'est-il pas permis de conclure de cette observation que nos coquilles naines de *Melania*, les unes lisses, les autres striées dès les premiers tours avec le même galbe général de l'espèce, ne se sont pas trouvées dans les mêmes conditions et ont pu varier, dès le jeune âge, destinées qu'elles étaient à s'arrêter dans leur développement.

Quant à la cause inconnue de cet arrêt de croissance, on peut la chercher dans les modifications du milieu où vivaient ces animaux. On sait que de nos jours les *Melania* abondent surtout dans les cours d'eau des régions intertropicales, et qu'en Europe il existe encore quelques espèces de ce type malacologique, si répandu dans les formations tertiaires du monde entier. Ce que nous connaissons du genre de vie de ces mollusques d'eau douce, se rapporte surtout à une espèce du groupe 7, du Manuel de Conchyliologie de M. Fischer (2), à *Melania tuberculata* Müller, très répandue dans le nord de l'Afrique, à partir de la région des Chotts, des hauts plateaux. Elle se rencontre plutôt dans le voisinage de l'émergence des sources tièdes ou même chaudes, généralement saumâtres, que dans les cours d'eau intermittents de ces régions. Il lui faut peu d'eau pour vivre, et une eau salée et chaude ne paraît pas lui déplaire. Ces conditions d'existence, qu'il est permis d'étendre aux espèces fossiles et spécialement à celle qui nous occupe, n'ont peut-être

(1) A. Paladilhe. Description de quelques nouvelles espèces de coquilles fossiles du Pleistocène des environs d'Oran, *Revue des Sciences naturelles de Montpellier*, 1875.

(2) p. 701.

pas toujours été réalisées dans le bassin tertiaire de Mulhouse. Suivant les lieux, dans les dépressions lacustres qui occupaient la surface du sol, à ce moment, il a pu se faire que les conditions de l'existence ont été plus ou moins favorables, grâce à des variations de la température des eaux jaillissantes de la profondeur, ou encore grâce au plus ou moins de salure des eaux. Nous ne pouvons en effet guère admettre que l'abondance des formes naines, à Kötzingen par exemple, tienne uniquement à ce qu'en ce point, il y ait de vraies accumulations de jeunes individus de l'espèce. L'absence presque complète de grands individus a pour nous une signification précise, d'autant plus que partout ailleurs dans le calcaire à *Melania Lauræ*, ces petites formes sont l'exception. Même à l'état nain, la coquille conserve la possibilité de varier entre les limites de l'espèce, et ce que nous savons de celle qui nous occupe nous prouve que ces limites sont très étendues. Ces limites quelles sont-elles?

M. G. Fabre, qui a bien voulu comparer notre *Melania Lauræ* d'Alsace, avec les formes similaires du bassin lacustre d'Alais (Gard), est arrivé aux conclusions suivantes : « Je ne connais pas le *M. Lauræ* type. Vos échantillons ont une étroite ressemblance avec ceux » que j'ai comme tels de Vaucluse, mais il n'y a pas d'identité. Au » contraire, dans leur disposition de costules concentriques étroites » au nombre de 4 sur les tours recouverts, je vois une presque identité avec *Melanoides albigensis* (Fontannes, Faune malacologique » d'Aix, pl. II, fig. 67). « Je reconnais que dans les formes du bassin » d'Alais, il y a en général tendance à l'exagération des côtes longitudinales, qui, volontiers, simulent de petites pointes mousses » arrondies, comme dans beaucoup de cérithes du bassin de Paris. » Chez vous, au contraire, les formes qui me semblent dominer, ont » un galbe plus mou, moins rigoureusement orné. Ne serait-ce pas » là l'effet d'une simple variation, tenant en grande partie à la latitude et par conséquent à la différence de température des eaux » lacustres de l'époque. Les eaux plus chaudes du lac d'Alais poussaient-elles à l'exagération des ornements comme dans *Melanoides occitanicus* Font. ? — Quoi qu'il en soit, vous avez un échantillon » (un seul) identique à une de mes formes qui se trouve mêlée » avec la forme ordinaire, figurée dans Fontannes, pl. II, fig. 7. »

M. Fabre a eu l'obligeance de nous envoyer quelques échantillons de la forme du bassin d'Alais et nous avons pu constater que sur une quinzaine de mélanies de nos environs, trois exemplaires de Rixheim étaient assez exactement semblables aux formes du Gard (Saint Césaire de Gauzignan) et possédaient, quoique peut-être un peu moins accusées, les petites pointes mousses provenant de l'exa-

gération des côtes longitudinales. On remarque également dans certains exemplaires de taille moyenne de Brunstatt et du Zurrenwald, une tendance à l'exagération des tubercules. La question paléontologique n'est donc pas absolument claire, et on peut considérer que notre *Melania Lauræ* d'Alsace constitue une variété de la *Melanoides albigensis* du Midi, se rapprochant plus de la *Melanoides* du bassin d'Aix que de celle du bassin d'Alais, mais plus particulièrement de la variété sans tubercules du premier de ces bassins.

Quant à la question stratigraphique, elle est heureusement plus nette.

« La *Melanoides albigensis*, nous écrit M. Fabre, se retrouve en » abondance avec *Vivipara Soricinensis*, couronnant toujours des » sables marneux et grès à empreintes de laurinéas. » (Flore tongrienne, pour M. Marion).

Notre *Melanoides* d'Alsace a donc fait son apparition un peu plus tôt que dans le Midi, ce qui ne doit pas nous étonner puisque M. le professeur Fliche a constaté que dans la composition de la flore du calcaire à *Mel. Lauræ* il entre des espèces appartenant franchement au Miocène inférieur et qui ont vécu côte à côte avec d'autres espèces aussi nettement éocènes que possible. Chez nous, *Mel. Lauræ* est contemporaine du gypse à faune marine (Eocène supérieur), tandis que dans le Gard elle est franchement tongrienne ou miocène inférieure. *Melania Lauræ* du bassin tertiaire alsacien n'a pas seulement des affinités très étroites, comme on vient de le voir, avec des formes méridionales qui n'ont paru que plus tard dans la série des temps géologiques, mais on peut encore en constater de non moins évidentes avec la forme si variable de *Melania Escheri* Merian; la forme *Mel. Escheri* var. Merian (Pl. XX, fig. 19) (1), spéciale à Morvillars, à tubercules réunis en côtes longitudinales saillantes, plus ou moins arquées, faisant ressembler la coquille à une scalaire, se retrouve aussi dans un certain nombre d'échantillons de grande et de moyenne taille des environs de Mulhouse (Brunstatt). Cette variété (2) relie les formes de Kleikembs à celle à côtes lisses de Vernes près Délémont (Miocène) et à celles du Miocène supérieur de Zweifalten et Mosskirch.

Une autre forme de *Melania Escheri* Merian, var. *bicincta*, d'après la figure 18, Pl. XX, constitue la variété extrême turriculée, à tours dégagés (3), tuberculeux, de *Mel. Lauræ*. Elle appartient suivant

(1) Sandberger, ouv. cité.

(2) Sandberger, ouv. cité. Note de la page 323.

(3) Sandberger, ouv. cité.

Sandberger aux marnes à cyrènes de Leizach et de la Haute-Bavière, perpétuant de l'Oligocène au Miocène le type plus ou moins transformé. Une dernière variété de *M. Escheri* Merian est celle décrite par Sandberger, sous le nom de var. *ecostata* (1), elle n'offre que des traces de côtes transversales; sur le dernier et avant dernier tour de spire les côtes transversales sont à peine visibles, alors que la fine striation est conservée partout. Bien qu'elle caractérise des formes miocènes inférieures du Rhön, et des couches à *Corbicula* de Francfort, nous avons également pu la trouver dans notre bassin sundgovien.

Un échantillon recueilli dans la carrière Hett, à Riedisheim, se rapporte exactement à cette variété; il a 22^{mm} de long dans sa partie visible et plus de 12 tours de spire, est absolument lisse avec stries transversales bien marquées sur ce qui reste des premiers tours de spire.

Après toutes les considérations qui précèdent sur les caractères et filiations de notre espèce alsacienne, nous sommes amenés à formuler cette opinion : *Melania Lauræ* du bassin sundgovien, espèce essentiellement polymorphe, ayant paru la première, et contemporaine des *Paleotherium* de l'Éocène supérieur, serait caractérisée par les trois sortes de formes suivantes :

1^o Forme normale, grande, ordinaire, conforme aux figures 17-17' planche XVII de Sandberger, atteignant 14 à 17 tours de spire, allant de la varice aux tubercules, aux épines rudimentaires sur le retour de la spire; apparentée comme forme ancestrale, aux formes méridionales de la *Melanoides albigensis* et de toutes les variations qui s'y rattachent, aux formes méridionales de la *Melania Escheri* v. *aquitana* Noulet. Cette catégorie comprend un certain nombre de formes naines.

2^o Forme à peine striée, ornée de stries transversales, allant rarement jusqu'à la forme de pli ou de côte (*Melania Escheri* Merian var. *ecostata* Sandberger), peu fréquente; atteignant une certaine taille (22 à 25^{mm}). Ici des formes naines caractérisées par un petit nombre de tours de spire, lisses ou striés (6 à 7).

3^o Forme de Morvillars (*Mel. Escheri* var. Merian) à tubercules saillants, réunis en côtes longitudinales plus ou moins arquées.

Toutes ces formes peuvent se trouver isolées ou réunies; ainsi notre *Melania Lauræ*, dès qu'elle aurait paru dans le bassin tertiaire que nous étudions, se serait mise à varier dans ces différentes directions, surtout en raison des causes même d'arrêt de développement que l'on peut reconnaître dans certaines couches. Ces varia-

(1) Sandberger, ouv. cité, p. 448, 451, 486.

tions auraient atteint leurs limites extrêmes jusqu'à toucher d'une part à *Melanoides albigensis*, d'autre part à *Melania Escheri* Merian. Quoi qu'il en soit, pour permettre à nos lecteurs de juger de cette question en connaissance de cause, nous avons joint à ce travail une planche en phototypie représentant, nos 1 à 13, une série d'exemplaires de différentes tailles de *Melania Nystii* Duch. de Kleyn-Spauwen, nos 16 à 30 une série d'exemplaires de taille différente de petites formes de *Melania Lauræ* Math. recueillies à Kötzingen — échant. grossis trois fois. La comparaison entre ces deux séries fera ressortir les différences très grandes qui existent entre ces deux espèces que M. Förster (1) paraît avoir confondues.

Nous rappellerons seulement ici la diagnose donnée par Sandberger pour *Melania Nystii* Duchastel :

Testa elongato conica, modo gracilior, modo brevior, apice obtusiuscula. Anfractus novem, modice convexi, suturis canaliculatis disjuncti, cingulis longitudinalibus obtusis, 4-6, e quibus suprema plerumque latior et a reliquis confertis remota et costulis transversalibus arcuatis, supernè paulo recedentibus, modo vix perspicuis, modo prominulis et noduliferis, decussati. Anfractus ultimus convexior, tertiam partem circiter omnis altitudinis æquat. Apertura obliqua, ovata, basi late effusa, margine dextro acuto, protracto. (2)

Tous nos échantillons, au lieu du galbe général de l'espèce que déterminent les termes de *elongato conica*, présentent le caractère *conico turrila*; les tours de spire ne sont nulle part nettement détachés les uns des autres comme dans *M. Nystii*. Enfin, l'ouverture n'est jamais *basi late effusa*. Quant à l'ornementation, nous rappellerons l'état lisse des tours de spire de certains de nos échantillons et, ce qui est plus significatif encore, la présence, rare il est vrai, mais bien constatée, d'individus ayant plus de 9 tours de spire au milieu d'autres qui en ont moins et qui ne s'en distinguent nullement. L'auteur dont nous avons parlé plus haut paraît avoir surtout reconnu *Melania Nystii* sur des moules pris à Niederspechbach, sur des échantillons incomplets provenant de Kötzingen. On a vu plus haut qu'il y a possibilité de tirer de ce dernier gisement des exemplaires complets et intacts, avec la bouche entière.

Ce que nous savons, du reste, de l'histoire malacologique de *Melania Lauræ*, nous montre qu'elle appartient à une section des *Melania* autre que *M. Nystii*. Celle-ci paraît rentrer dans la section

(1) Dr Förster, ouv. cité p. 169.

(2) Land- und Süßwasserconchylien der Vorwelt, p. 313, pl. XX, f. 8, 8a et 9.

Striatella du Manuel de Conchyliologie cité plus haut (1), dont le type est *M. tuberculata*, tandis que *M. Lauræ* est de la section *Melanoides*. De plus *Melania Nystii* ne dépasse jamais une certaine taille 7^{mm} environ, tandis que *M. Lauræ* naine est accompagnée d'individus qui dépassent ces dimensions.

Au point de vue de sa répartition dans le bassin tertiaire de Mulhouse, on peut dire que dans le calcaire dont elle est la caractéristique et qui ne paraît contenir que des exemplaires de cette unique espèce, très polymorphe, elle est abondante à tous les niveaux, qu'elle atteint surtout une grande taille vers les parties moyennes de la formation, mais qu'elle accompagne aussi plus particulièrement les auricules — *Auricula alsatica* Mer. — et *Megalostoma mumia* dans les couches inférieures (Rixheim), dans les couches supérieures à faune un peu saumâtre au voisinage des calcaires gréseux et des marnes à plantes (Riedisheim, Brunstatt, carrière des environs de Niederspechbach, etc.), dont les bancs supérieurs sont absolument remplis de Mélanies.

Melanopsis Mansiana Noul. Rare dans le calcaire à *Melania Lauræ*. Beaux échantillons avec test à Hochstadt.

Limnées. Ordinairement associées aux planorbes, les limnées se retrouvent plus rarement avec *Melania Lauræ* et paraissent correspondre à des dépôts plus nettement palustres que ceux où se plaisait cette espèce. Leur fréquence est variable, suivant les niveaux. A Sigolsheim, elles se rencontrent sans aucun autre fossile, dans le niveau supérieur du calcaire d'eau douce, immédiatement au-dessous des poudingues tongriens. Les limnées associées aux planorbes sont également très fréquentes à la partie supérieure du calcaire d'eau douce, au-dessus des grès à plantes, à Niedersteinbrunn et à Niederspechbach; dans cette dernière localité, toutefois, les limnées et les planorbes se rencontrent également en abondance dans les grès inférieurs à plantes (Voir coupe n° 2). On trouve, à Niederspechbach et à Niedersteinbrunn, des limnées de différentes tailles ayant pour caractère commun d'être généralement plissées au niveau de la suture. Les plis sont même parfois assez forts pour simuler des côtes, mais le premier tour, toujours très renflé, empêche de les confondre avec les mélanies. On peut y distinguer plusieurs formes dont les principales sont l'une courte et globuleuse, l'autre longue et pointue, même aciculée. L'espèce courte et globuleuse, dont nous possédons un assez bon échantillon de Kötzingen sans la

(1) Manuel de Conchyliologie du Dr P. Fischer, p. 701.

bouche, nous paraît devoir être rapportée plutôt à *L. subpalustris* Thomæ qu'à toute autre espèce. Quant aux grandes Limnées, elles diffèrent de *L. subpalustris* Thom. (1); elles sont généralement de forme plus allongée et moins ovoïde, à plis d'accroissement beaucoup plus prononcés. Le dernier tour est moins bombé que dans *L. subpalustris*, la bouche moins large, plus ovoïde et incurvée. On peut hésiter pour certains échantillons (Niedersteinbrunn) entre *L. fusiformis* Sow. et *L. marginatus* Sandb. (*L. palustris* Mer.), en faisant remarquer que la présence de plis d'accroissement très forts est plutôt en faveur de la seconde espèce que de la première. On sait que *L. cf. fusiformis* Sow. est indiqué par Andreae (2) comme provenant de Kötzingen et très rare. La collection J. Kœchlin renferme des échantillons de grandes limnées de forme allongée avec 6 tours de spire (longueur totale 34^{mm}; longueur du dernier tour 16^{mm}; largeur 15 à 16^{mm}) provenant de Brunstatt et se rapprochant de l'espèce longue et pointue de Niedersteinbrunn. Quant aux formes désignées sous le nom de *L. politus* Mer., *L. subpolitus* Andreae (3), très communes dans tout le calcaire d'eau douce, principalement vers la base, nous croyons devoir, à l'exemple du savant professeur Sandberger (4), nous tenir sur une prudente réserve. Le galbe général des échantillons qui se rapportent à ce type, les rapproche tant, comme il l'a remarqué, du type décrit sous le nom d'*Oleacina* (*Glandina*) *teres* Rouis, qu'en l'absence de bouche bien conservée, il semble préférable de s'abstenir.

L'abondance des limnées et des planorbes à différents niveaux du calcaire à *Melania Lauræ* semble nous prouver que jamais le bassin lacustre où il se déposait n'a dû être profond, que de plus, la proportion de sel ne devait pas être très forte dans les eaux pour leur permettre de vivre convenablement. A remarquer aussi que le test de ces limnées est extrêmement mince, d'où leur aplatissement, leur mauvais état de conservation, qu'en définitive les formes qu'on y rencontre sont peu variées et peuvent toujours être rapportées à des formes vivantes de nos régions. C'est une observation qu'avait déjà faite le professeur Sandberger (5). Suivant ses

(1) Voy. Sandberger : Die Conchylien des Mainzer Tertiär-Beckens, p. 68, Taf. VII, fig. 2.

(2) Ein Beitrag zur Kenntniss des Elsässers Tertiär von Dr A. Andreae; Taf. III, fig. 8. *Abhandl. zur geol. Spezialkarte von E.-L.* Band II, Heft III.

(3) Ouvr. cité p. 79. Taf. III, fig. 9.

(4) Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt, p. 326.

(5) Id., p. 327.

observations « Les petites faunes de Brunstatt, Klein Kembs et Apt » contiennent un certain nombre d'espèces de type indo-australien, » parmi lesquelles, en première ligne, *Melania Escheri* (Lauræ), » *Neritina brevispira*, *Planorbis patella*, *Laimadonta* (*Auricula*) » *alsatica*, *Megalostoma Kœchlinianum*. Cette dernière espèce » fait partie du groupe du *M. mumia*, appartenant, comme la » rare *Oleacina*, à la faune de l'Eocène le plus ancien. Ces formes » ne se retrouvent plus que dans les Indes Occidentales et le » Centre Amérique.

» *Valvata circinata* et *Limneus marginatus* appartiennent au » groupe des coquilles gastropodes de la faune de l'Europe entière, » du Nord de l'Asie, de l'Amérique, le Mexique compris, et ne » peuvent être considérés comme des formes tropicales. Un pareil » mélange de formes tropicales et de formes des régions tempérées » nous amène à admettre ici un climat subtropical, fait qui ressort » aussi de la composition de la faune marine du sable de l'Oligo- » cène moyen. »

Quant aux planorbes qui accompagnent les limnées, leur détermination absolument exacte nous paraît entourée de difficultés tout aussi grandes que celle-ci, en l'absence de bouche, de test généralement, et, souvent même, de section. Les formes qu'on peut y deviner sont celles qui ont déjà été indiquées dans ces gisements, c'est-à-dire *Planorbis patella* Sandb. (1) et *Pl. Chertieri* Desh. Cette dernière espèce paraît plus assurée que la première, au moins à Kötzingen.

Helix. Les *Helix* sont, en général, très rares, même à Kötzingen, où l'on rencontre une espèce lisse, déprimée et nullement globuleuse, striée comme *Helix* cf. *rugulosa*, et exactement semblable à celle que l'on trouve dans les couches supérieures de Riedisheim (voir coupe n° 3). Les stries d'accroissement de l'*Helix* de Kötzingen sont fines et peu prononcées. L'état de conservation de ces coquilles ne permet guère de formuler une opinion à leur égard.

Nanina Kœchlini n. sp. (2) se trouve à Brunstatt, Flachslanden, et plus fréquemment dans la carrière du Zurrenwald.

Petit *Helix* lisse à Niederspechbach.

Patula sp. ; Zurrenwald, Flachslanden.

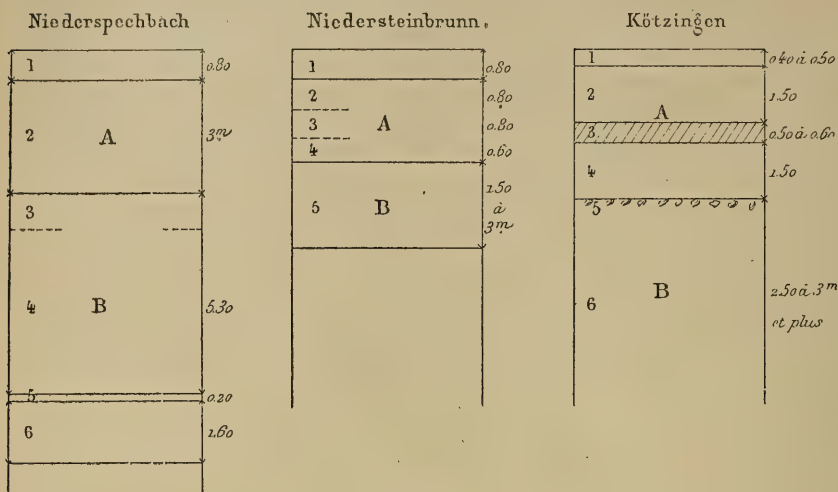
Le calcaire d'eau douce à *Melania Lauræ*, d'après ce que nous connaissons de sa nature lithologique et de sa faune, est-il susceptible d'être subdivisé? ou les différences lithologiques que l'on remarque

(1) Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt, p. 324.

(2) Voy. Andreæ, ouv. cité. Taf. III, fig. 3.

sont-elles purement locales, et la faune des mollusques est-elle bien homogène ?

Fig. 2.



Légende.

- Coupe de Niederspechbach.* — 1. — Lehm,
 2. — Calcaire ondulé compact à faune rabougriée. Calcaire marneux, sableux, limnées et planorbes de toute taille, *Cypris*.
 3. — Grès à plantes (horizon à plantes).
 4. — Grès marneux, sableux.
 5. — Grès à plantes avec limnées et planorbes, semblables à celles des couches A
 6. — Grès et sable marneux.

Dans les calcaires ondulés et les calcaires marneux, sableux des couches A, limnées de toute taille fortement plissées à la suture, planorbes très variables de taille. Petits *Helix* lisses, *Cypris*.

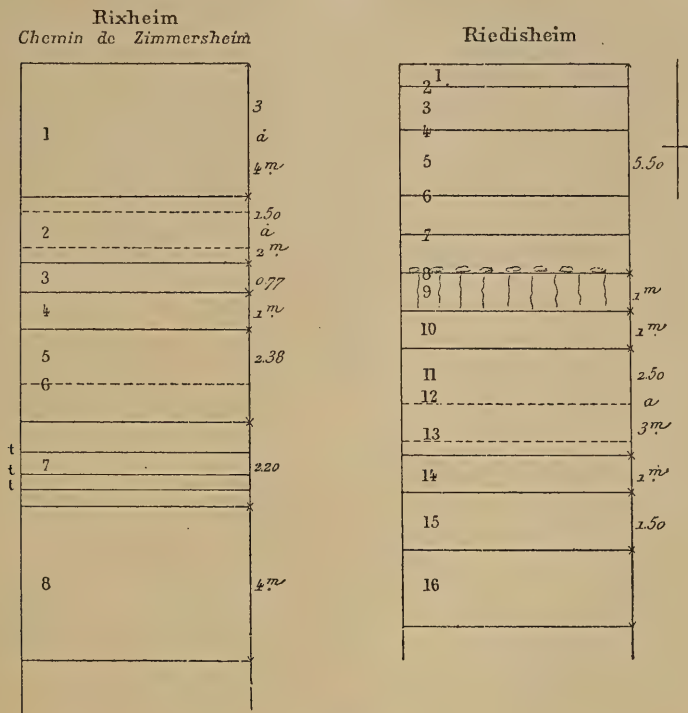
- Coupe de Niedersteinbrunn.* — 1. — Lehm.
 2. — Calcaire marneux, gréseux.
 3. — Marne à grumeaux calcaires.
 4. — Marne et marne sableuse.
 5. — Grès calcaire en bancs. Calcaire gréseux et grès à plantes (horizon de Niederspechbach).

Dans les couches A deux espèces de limnées, une courte globuleuse, plissée à la suture ; une longue aciculée, plissée à la suture ; *Cypris*.

- Coupe de Kötzingen.* — 1. — Eboulis.
 2. — Marne, marne grumeleuse avec bancs de calcaire grumeleux, irrégulier, lenticulaire.
 3. — Banc de calcaire marneux, grumeleux, lenticulaire, avec formes rabougries de *Melania Laura*.
 4. — Marne terreuse semblable au banc supérieur irrégulier.
 5. — Lits avec fer pisolithique.
 6. — Calcaire compact en bancs, parfois bréchoïde.

Dans les couches de calcaire marneux, grumeleux, A, forme rabougrie de *Melania Lauræ*, planorbes, petites limnées globuleuses. Dans les calcaires compacts B, abondance des limnées de petite taille et bombées, de taille moyenne et minuscule, planorbes. Rareté des *Helix* sp. variété lisse, semblable à celle de Riedisheim.

Fig. 3.



Légende.

- Coupe de Rixheim (chemin de Zimmersheim).* — 1. — Lehm.
 2. — Marne, avec bancs minces lenticulaires de calcaire marneux, avec empreintes végétales, élytres d'insectes, *Melania Lauræ*, limnées (rares). — Niveau de Riedisheim.
 3. — Calcaire rosé bréchoïde, imprégné de carbonate de chaux cristallisé, avec *Mel. Lauræ*, *Megalostoma mumia*, limnées, passant à des grès sableux rosés.
 4. — Argile jaune.
 5. — Calcaire en bancs, (*Palæotherium medium*).
 6. — Lentilles siliceuses dans le calcaire précédent.
 7. — Calcaire gréseux, sableux avec *Melania Lauræ*, graines de *Chara* (*Ch. granulifera* Heer); riche en empreintes charbonneuses, veines d'argile charbonneuse (fond). Renferme 3 niveaux riches en restes de tortues (t).
 8. — Calcaire compact avec *Mel. Lauræ*, *Limnæus politus*, *Planorbis lens*, *Valvata circinata*, *Megalostoma mumia*.

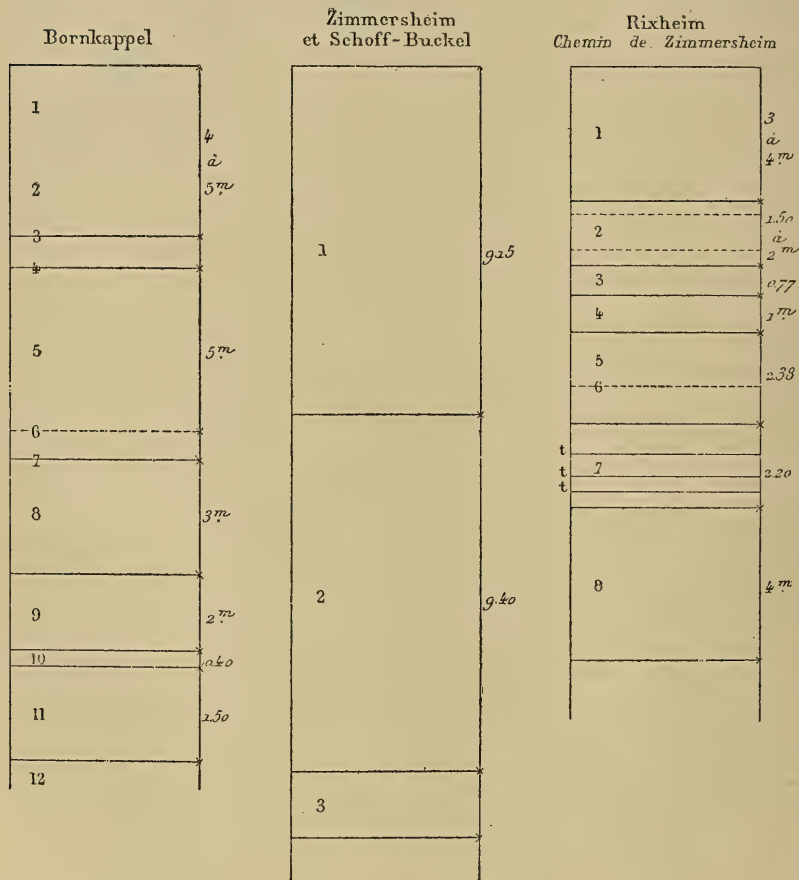
Les restes de tortues, appartenant probablement à plusieurs espèces, se rencontrent plus particulièrement dans la partie droite de la carrière affectée par la fente.

Coupe de Riedisheim. — 1. — Terre végétale. Concrétions du Lehm.

2. — Banc à exsudations calcaires.

3. — Marne.
4. — Banc calcaire dur.
5. — Marne.
6. — Banc de calcaire à plantes.
7. — Banc de calcaire gréseux et de marne dure avec plantes, élytres d'insectes, *Melania Lauræ* (rare).
8. — Rognons marno-calcaires.
9. — Banc calcaire imprégné de carbonate de chaux et d'hydroxyde de fer, très riche en *Melania Lauræ*.
10. — Banc calcaire crayeux avec *Megalostoma mumia*, *Mel. Lauræ*, *Helix* sp. (lisse), *Auricula alsatica*.
11. — Calcaire en bancs avec *Mel. Lauræ*, *Limnæus politus*, *Glandina*, *Auricula alsatica*, *Valvata circinata*, *Planorbis lens*, *Planorbis* sp.
12. — Lentilles siliceuses dans le calcaire précédent.
13. — Banc charbonneux avec *Palæotherium medium*, traces de végétaux.
14. — Marne bleue.
15. — Calcaire marneux, sableux, bleu, parfois bréchoïde, avec faunule de *Melania Lauræ* de petite taille, *Cypris*; les joints de ce calcaire sont imprégnés de bitume.
16. — Marne bleue.

Fig. 4.



Légende.

Coupe de Bornkappel. — 1. — Calcaire marneux schisteux, avec *Cyrena semi-striata*, hydrobies, sphéromes, *Paralates Bleicheri*.

2. — Schistes marno-calcaires et marnes dures, riches en plantes, insectes, sphéromes.

3. — Banc de calcaire marneux, riche en *Megalostoma mumia*, *Melania Lauræ*.

4. — Banc imprégné de carbonate de chaux et de fer hydroxydé.

5. — Calcaire en bancs, avec *Melania Lauræ*, etc., *Palæotherium medium*.

6. — Banc à *Testudo Lauræ*.

7. — Banc marneux, avec racines et *Phragmites*?

8. — Calcaire dur.

9. — Calcaire en bancs compacts.

10. — Banc de calcaire marneux, pétri de racines, débris de roseaux (*Phragmites*), rhizômes de Nymphéacées, etc.

11. — Calcaire bréchoïde, calcaire gris; avec *Mel. Lauræ*, *Valvata circinata*, *Limneus politus*, planorbes, etc.

12. — Calcaire mou blanchâtre.

Le calcaire du bas est affecté par des fentes.

Coupe de Zimmersheim et Schoff-Buckel.

1. — Alternance d'argile et de grès avec *Paralates Bleicheri*, et plantes à empreintes généralement charbonneuses. (N° 1 à n° 4 de notre coupe du *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, t. XVII, p. 564).

2. — Alternance d'argile à gypse, gypse fibreux, d'argile et d'argile à empreintes végétales charbonneuses, traces de restes de poissons, écailles, etc. (N° 6 à n° 14 de notre coupe).

3. — Gypse en bancs (roche). Albâtre.

Coupe de Rixheim (chemin de Zimmersheim).

1. — Lehm.

2. — Marne avec bancs minces lenticulaires de calcaire marneux avec empreintes végétales, élytres d'insectes, *Mel. Lauræ*, limnées (rares).

3. — Calcaire rosé bréchoïde imprégné de carbonate de chaux cristallisé avec *Mel. Lauræ*, *Megalostoma mumia*, limnées, etc., passant à des grès sableux, rosés.

4. — Argile jaune.

5. — Calcaire en bancs (*Palæotherium medium*).

6. — Lentilles siliceuses dans le calcaire précédent.

7. — Calcaire gréseux, sableux, avec *Mel. Lauræ*, graines de *Chara*. Riche en empreintes charbonneuses, renferme 3 niveaux riches en restes de tortues (t).

8. — Calcaire compact, avec *Melania Lauræ*, *Limnæus politus*, *Planorbis lens*, *Valvata circinata*, *Megalostoma mumia*.

Les figures 2 et 3, et la fig. 4 (chemin de Zimmersheim) montrent des différences lithologiques plus apparentes que réelles entre le commencement des marnes bleues qui affleurent au fond de la carrière de Riedisheim et le sommet du calcaire à *Melania Lauræ*, tel que nous le voyons partout, supportant actuellement le Lehm, c'est-à-dire la formation quaternaire la plus récente. Le fer pisolithique s'y montre sous une très faible épaisseur à Kötzingen vers le rivage du bassin lacustre; les lentilles siliceuses s'y rencontrent à

Rixheim et à Riedisheim. Ces accidents locaux sont absolument insignifiants au point de vue de la subdivision du calcaire. Les autres sédiments sont tous calcaires — et la variété en est grande — avec ou sans mélange d'argile (marne), avec ou sans mélange de sable (calcaire gréseux). La nature des fonds telle que la fait supposer la présence de vases avec ou sans débris de plantes, avec traces de racines de phragmites, rhizômes de nymphéacées, avec nombreux débris de tortues terrestres, nous explique la grande variabilité des dépôts qui s'y formaient.

Au point de vue paléontologique, même unité ; à Rixheim comme à Riedisheim, dans le voisinage des lentilles siliceuses, par conséquent à des niveaux probablement identiques, présence du *Palæotherium medium* et du *Palæotherium magnum*.

Entre les limites précédemment indiquées se développe, à Niederspechbach, Niedersteinbrunn (1) et à Kötzingen, le calcaire à *Melania Lauræ* terminé par un dépôt mince de calcaire marneux grumeleux (parfois à tendance lenticulaire), renfermant une faune locale rabougrie, mais qui ne diffère en rien de celle du calcaire à *Melania Lauræ* ; à Kötzingen, c'est une forme rabougrie de la *Melania Lauræ* qui domine avec quelques planorbes (2) et parfois aussi de petites limnées globuleuses ; à Niederspechbach et à Niedersteinbrunn, ce sont des formes rabougries de limnées allongées ou globuleuses fortement plissées, surtout vers la suture. Le niveau à faune rabougrie contient, à Niederspechbach et à Niedersteinbrunn, d'assez nombreux *Cypris*, ronds ou de forme allongée, pointillés à la surface.

Il n'est qu'un faciès du calcaire d'eau douce, indiquant un passage à la période franchement saumâtre — marnes à cyrènes et gypse

(1) Il existait autrefois, à 250^m O. de l'église de Niedersteinbrunn, une carrière dans laquelle on pouvait voir le grès à feuilles (semblable à celui de Habsheim), superposé au calcaire d'eau douce (Voy. Delbos et Koechlin-Schlumberger : Description géologique du Haut-Rhin, tome 2, p. 76). Les schistes à *Meletta* de Magstatt-le-Bas sont situés de 20 à 30 mètres au-dessus du calcaire à *Melania Lauræ* de Kötzingen et recouvrent certainement ce calcaire. Il est donc impossible d'admettre que les couches supérieures du calcaire d'eau douce soient de même âge que les grès et les schistes à *Meletta* tongriens.

(2) A Kötzingen, au dessous de ces bancs de calcaire grumeleux, avec forme rabougrie de la *Melania Lauræ*, se rencontrent (v. coupes n° 2), des calcaires compacts, dont les fissures sont imprégnées de fer pisolithique, ce qui est bien le caractère d'une formation d'eau douce régulière et uniforme. Nous avons déjà vu que ces calcaires renferment une espèce peu abondante d'*Helix* lisse, passablement aplatie et n'ayant aucun rapport avec *Helix*. cf. *rugulosa* qui est strié et globuleux. A côté de cet *Helix*, nous avons constaté la présence de nombreuses limnées, de petite taille et bombées de taille moyenne, accompagnées de planorbes.

de Zimmersheim — ayant servi de transition entre le calcaire d'eau douce et les dépôts marins et terrestres du Tongrien. On constate du reste à *Riedisheim* et à *Rixheim* (chemin de Zimmersheim) — et nous insistons sur ce point — un passage insensible entre les couches supérieures du calcaire à *Mel. Lauræ* et les calcaires et marnes dures à plantes qui les surmontent (coupe n° 3). La preuve en est que dans ces deux localités on trouve encore, avec les plantes, de rares exemplaires de fossiles du calcaire d'eau douce, *Melania Lauræ* de petite et de moyenne taille, limnées de moyenne taille, représentants d'une faune rabougrie qui n'a pas pu arriver à son entier développement.

A Riedisheim, les calcaires parfois gréseux et les marnes dures ont fourni une flore intéressante et d'une assez grande richesse, étudiée par M. Fliche (1) et dont il compte pouvoir donner bientôt une description complète. Dans les calcaires gréseux à plantes nous avons trouvé, avec des élytres de deux espèces d'insectes (rhyncho-phores ?), plusieurs exemplaires bien conservés de *Mel. Lauræ* de petite et de moyenne taille.

A Rixheim (chemin de Zimmersheim) les mêmes calcaires et marnes dures, mais en bancs minces lenticulaires, ont fourni un certain nombre d'espèces végétales, déterminées par M. Fliche.

La plupart des échantillons sont indéterminables, non pas que les empreintes manquent de netteté, en général elles sont même remarquables, seulement elles sont à un tel état de fragmentation qu'on ne saurait même arriver à des déterminations génériques. Cependant, un certain nombre de pièces vraiment belles ont permis à M. Fliche les déterminations suivantes :

Chara granulifera Heer. Quelques fructifications. (Se trouve dans les couches de calcaire à *Mel. Lauræ*, avec restes de chéloniens).

Sequoia sp. Probable, quoique l'échantillon soit trop petit pour permettre d'être affirmatif.

Callitris Heeri Sap. ? La raison qui fait douter de l'espèce est l'exiguité de l'échantillon, l'absence des feuilles et des graines.

Podocarpus eocenica Ung. ? Provient probablement d'un fragment de feuille, l'organe entier faisant défaut, on ne saurait affirmer l'espèce; celle à laquelle je rapporte ces organes est d'ailleurs très polymorphe et pourrait bien renfermer plusieurs types spécifiques.

Salisburya adiantoides Ung. ? Un pétiole entier avec le commence-

(1) Les flores tertiaires des environs de Mulhouse. Note présentée à la Soc. industrielle de Mulhouse, par M. Fliche (1886), p. 5 et suivantes.

ment de sa dilatation; appartient sûrement au genre, l'espèce est probable, puisqu'elle a été rencontrée à Spechbach (1).

Cyperites. Un échantillon appartenant au genre *Cyperus*.

Cassia Berenices Ung. Un beau et grand fragment de feuille.

Casalpinites n. sp. Une belle foliole entière ressemblant beaucoup à celle du *C. litigosus* Sap. des calcaires du Midi de la France, dont elle diffère surtout par la taille.

Echitonium Sophia O. Web. Un échantillon.

Quercus. Fragment de feuille portant un champignon épiphyte. L'attribution au genre est certaine, mais l'exiguïté du fragment de la feuille ne permet pas d'arriver à une détermination spécifique.

Ilex. Même observation que pour le *Quercus*.

Cette petite flore est très incomplète, il ressort toutefois de l'étude de ces folioles une grande ressemblance avec ce qu'on observe dans le dépôt mieux connu de Riedisheim; l'état de conservation est le même, et les flores tout-à-fait analogues dans leur variété et la physionomie des végétaux qui les composent.

Les plantes étaient accompagnées d'élytres de deux espèces d'insectes (rhynchophores?), une grande et une petite, de rares exemplaires de *Mel. Lauræ* de moyenne taille, ainsi que de rares limnées dont une de moyenne taille, possédant encore son test, se rapproche de *L. fusiformis* Sow.

Une autre preuve de la solidarité qui existe entre le calcaire à *Mel. Lauræ* et les marnes dures qui le surmontent, c'est que le petit gisement que nous avons découvert au fond d'une dépression marneuse du calcaire d'eau douce à Brunstatt (2) contient des fossiles végétaux aussi bien dans le calcaire à *Melania Lauræ* que dans les marnes qui sont au-dessus.

En résumé, on peut dire que le calcaire à *Mel. Lauræ* dans toute sa masse est entièrement du même âge; on ne rencontre pas de niveau postérieur au Tongrien ou même pouvant être attribué à cet étage. Les modifications locales que l'on constate à la partie supérieure du calcaire d'eau douce ne sont, selon toute probabilité, qu'un acheminement vers la période des marnes à cyrènes et du gypse de Zimmersheim pendant laquelle les eaux sont devenues de plus en plus saumâtres. Ces deux formations elles-mêmes peuvent être considérées comme une période de transition du calcaire à *Melania Lauræ* au Tongrien.

(1) Fliche. Les Flores tertiaires des environs de Mulhouse, p. 2.

(2) Voy. Fliche, ouv. cité, p. 2.

MARNES A CYRÈNES

Comme nous l'avons dit dans notre précédente note (1), les marnes à cyrènes doivent être assimilées aux marnes vertes à *Cyrena convexa* de Montmartre et du bassin parisien, et se présentent avec leur faciès marno-calcaire aux environs de Mulhouse, Bruebach, Brunstatt, Zillisheim. Dans toutes ces localités, ainsi qu'à Didenheim et aux environs de Niederspechbach, elles surmontent le calcaire à *Melania Lauræ* sur une épaisseur variant de 4 à 4 et 5 mètres (maximum) à la Bornkappel. Elles existaient sans doute d'une manière continue sur tout ce périmètre, mais leur nature marneuse a permis l'enlèvement du dépôt par les courants sur les points où il n'avait que peu d'épaisseur. Ce qui le prouve c'est le petit gisement de marnes à cyrènes que nous avons découvert, près de Brunstatt, dans une dépression marneuse du calcaire à *Mel. Lauræ*. Nous y avons trouvé des plaquettes de calcaire marneux et de marne dure, avec *Paralates Bleicheri* Sauv., *Cyrena semistriata* Desh., des sphéromes, des traces de crustacés amphipodes, des insectes, des plantes dont M. Fliche a donné la liste suivante : (2)

Algues. — *Tetrasporites alsaticus* n. sp.

Equisétacées. — *Equisetum* (grande espèce).

Conifères. — *Sequoia Couttsiæ* Heer?

Callitris Heeri Sap.?

Pinus epios Heer?

Monocotylédones. — *Poacites* voisin du *P. lepidus* H.

» *strictus* Al. Br. ??

Cyperus, ressemble au *C. Braunianus*, Heer.

Carex Rochettiana Heer?

Dicotylédones. — *Simplocos subsavinensis* n. sp.

Léguminosites.

M. Fliche porte le jugement suivant sur cette petite flore trouvée à Brunstatt : « Si parmi les espèces insuffisamment déterminées il en est dont le faciès rappelle les formes du Miocène proprement dit, il faut convenir que certains types bien accusés comme le *Callitris Heeri* et les *Simplocos* sont d'accord avec les fossiles animaux, les mammifères notamment, pour accuser le caractère oligocène des calcaires et marnes de Brunstatt. »

Les travaux de fouille exécutés au Tannenwald et à la ferme du

(1) Mathieu Mieg : Note sur le gypse de Zimmersheim (près Mulhouse). *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, t. XVII, 1889, p. 62.

(2) Fliche, ouv. cité, p. 2.

Mönchsberg — près de la Hohebirge — pour l'alimentation d'eau du Vignoble de Mulhouse, ont mis à jour les marnes à Cyrènes sur une épaisseur d'environ 0,80 à 1 mètre. On a traversé au-dessous de 0^m60 de lehm.

Sable calcaire et marne schisteuse.	
Marne dure avec <i>Cyrena semistriata</i> Desh. et <i>Sequoia Sternbergi</i> Gœpp. (affleure à la Hohebirge).	0 ^m 80
Marne.	à
Calcaire fissile avec hydrobies, <i>Planorbis depressus</i> , <i>Cypris</i> et plantes.	1 mèt.
Marne.	
Calcaire dur lithographique avec plantes charbonneuses indéterminables.	environ
Marne.	

Le gisement des marnes à Cyrènes de la route de Zimmersheim, déjà signalé par Delbos (1) contient de nombreux *Mytilus socialis* et des hydrobies. Il est situé à environ 20 mètres au-dessus des premières couches de gypse de Zimmersheim.

Le gisement des marnes à Cyrènes de la Bornkappel — ou Börncappel — (coupes n° 3) découvert et décrit par le Dr Förster (2) a été signalé par l'un de nous dans notre dernière note sur le gypse de Zimmersheim. Nous donnons ci-dessous la liste des plantes que nous avons pu recueillir à la Bornkappel (3) et dont M. Fliche a fait la détermination.

Dans les calcaires à *Mel. Lauræ* (horizon nouveau découvert à la base de ces calcaires).

Empreintes d'organes souterrains :

Racines qui se rapportent avec une certitude suffisante au genre douteux des *Phragmites*. Le *Phragmites* de la Bornkappel, quoique présentant de grandes analogies avec *P. æningensis* Heer et d'Ettingshausen, paraît appartenir à une espèce différente.

Rhizômes de nymphéacées : *Anoectemeria nana* Sap. Rencontrée d'abord par son auteur dans les gypses d'Aix, mais aussi depuis à Saint-Zacharie.

Avec cette espèce, il y a peut-être encore une *Nymphæa* vraie, mais l'empreinte est trop mauvaise pour qu'on puisse se prononcer.

Rhizômes ou racines, appartenant à quatre ou cinq types différents, parmi lesquels la présence des *Cyperus* semble probable.

(1) J. Delbos. Description géol. et min. du Haut-Rhin, t. II, p. 84.

(2) Dr Förster, Die Gliederung des Sundgauer Tertiärs. *Mitth. d. comm. f. d. geol. Landes. Unters.* Bd. I, Heft III, p. 164.

(3) Le *Paralates Bleicheri* Sauvage, de nombreux sphéromes (*Spheroma margarum* Desmaret?), des traces de crustacés amphipodes et une assez riche variété d'insectes appartenant plus particulièrement à l'ordre des coléoptères et à celui des hémiptères, s'y rencontrent à côté des plantes.

Empreintes d'organes non souterrains.

Fragment de tige appartenant probablement au genre *Rhizocaulon*, pas assez complet cependant pour permettre une affirmation absolue. De grandes probabilités existent toutefois, puisque l'existence de ce genre a été reconnue avec certitude par l'un de nous (1) dans les calcaires et marnes dures à plantes de Riedisheim.

Débris de feuilles très molles de monocotylédones qui doivent provenir d'un *Sparganium* nageant. Comme ensemble, plantes très aquatiques (2), organes souterrains : racines et rhizômes, constituant un ancien fond de lac dans lequel ces végétaux ont vécu sur place.

Dans les Marnes à Cyrènes :

Hypnum (Sensu lato) n. sp.

Equisetum limosellum? Heer, un long fragment de rhizôme.

Sequoia Couttsiae Heer, très abondant (rameaux, inflorescences, strobiles).

Sequoia Tournalii (Brong.) Sap? Un fragment de rameau, trop petit pour qu'on soit affirmatif autrement que pour le genre ; un assez grand nombre de feuilles isolées confirment encore les doutes relatifs à cette espèce.

Glyptostrobus europæus S. Plusieurs fragments de rameaux et un strobile.

Libocedrus salicornioides (Ung.) Heer. Cinq échantillons dont deux belles empreintes et une contre-empreinte.

Callitris Heeri Sap.? Un seul échantillon. La raison qui fait douter de l'espèce est l'exiguité de l'échantillon, l'absence de fruits et de graines.

Chamaecyparis europæa Sap.? Genre certain, espèce un peu plus douteuse. Rameau, graine et strobile. Cette espèce existe également dans les marnes dures à plantes de Riedisheim, ce qui établit une ressemblance de plus entre la flore de ces deux localités.

Abies. Voisin de l'*A. balsamoides* Ung, probablement différent. Une, peut-être deux feuilles.

Podocarpus eocenica Ung.?

Podocarpus. Deux feuilles. Espèce probablement nouvelle.

Arundo Gœpperti Heer. Un beau fragment de rhizôme.

Carex, n. sp. Un fruit voisin de celui du *C. cornuta* Sap.

Palmarachis flexuosa (Ett.) Sap. Ce sont les anciens *Leptomaria*; avec lui, fragment de feuille qu'on peut aussi rapporter à un palmier. La présence des palmiers dans l'Alsace oligocène, qui n'était attestée, jusqu'à présent, que par des fragments très petits d'empreintes de feuilles, l'est aujourd'hui par des organes bien plus certains : des inflorescences.

Sparganium Stygium Heer. Deux fragments de feuilles.

Juncus retractus Heer. Sous les réserves déjà faites à propos de Bilin, par Ettingshausen, sur l'identité avec la plante suisse.

Potamogeton n. sp. Un fruit ayant quelque analogie avec celui du *P. geniculatus* Al. Br. d'Öeningen.

Potamogeton. Un fruit différent du précédent.

Vallisneria? Un grand fragment de feuille présente des affinités évidentes avec ce genre.

Salix n. sp. Voisin du *S. angusta* Al. Br. Feuilles.

Ficus populina Heer? La détermination générique semble certaine, mais le

(1) Fliche, *les Flores tertiaires des environs de Mulhouse*, ouv. cité, p. 5.

(2) Ces formes, ainsi que les espèces des marnes à Cyrènes, seront décrites par M. Fliche, dans une publication consacrée spécialement à la Paléontologie végétale des couches tertiaires des environs de Mulhouse.

fragment de feuille est trop petit pour qu'on puisse donner autre chose qu'une indication en ce qui concerne l'espèce.

Quercus neriifolia Al Br ?

Cinnamomum. Plusieurs fragments de feuilles, peut-être le *C. Rossmæssleri*, dans tous les cas, pas le *C. polymorphum*.

Alnus. Un fruit voisin de celui de l'*A. æningensis* Br. mais, constituant une espèce nouvelle.

Proteides. Voisine du *P. Philiberti* Sap. des gypses d'Aix. Un seul échantillon.

Grevillea. Voisine du *G. minuta* Sap. de Bonnie, lui est peut-être identique.

Vitis. Un rameau fragmenté d'Ampelidée se rapporte à ce genre.

Myrica linearis Heer. N'est très probablement, comme le pensait Schimper, qu'une feuille réduite du *M. Banksifolia*, si répandu dans l'Oligocène et à la base du Miocène.

Dodonæa. Une feuille voisine des *D. vetusta* Heer.

Cæsalpinia n. sp. Voisin du *C. Townshendi* Heer. un échantillon.

Osyris n. sp. Un fruit voisin mais bien distinct de l'*O. primæva* Sap. des gypses d'Aix.

Diospyros brachysepala Al. Br. Un très grand fragment de feuille.

Leguminosites. Deux feuilles dont une est probablement un *Dalbergia*.

Mimosa n. sp. un échantillon.

Les acotylédones cellulaires présentent, en outre de la mousse déjà signalée, des *Sphæriacées* qui restent à déterminer.

En résumé, la flore de la Bornkappel, dont l'étude n'est pas encore achevée, se caractérise par l'excessive rareté des cryptogames vasculaires, la grande abondance des conifères, la rareté relative des monocotylédones et le nombre beaucoup plus grand des dicotylédones.

Sauf pour les conifères dont les échantillons sont bien conservés, les empreintes de la Bornkappel sont en général bien fragmentées et ne se prêtent pas toujours à une détermination.

Nous avons vu que les calcaires et marnes dures à plantes de Riedisheim et de Rixheim se reliaient d'une manière intime au calcaire à *Melania Lauræ* qu'elles recouvrent. Les marnes à Cyrènes de la Bornkappel, quoique constituant également une zone de passage, ne sont pas absolument dans le même cas, puisqu'on n'y retrouve plus les fossiles du calcaire d'eau douce. Nous n'avons pu constater nettement à la Bornkappel aucune interruption de sédimentation entre le calcaire à *Mel. Lauræ* et les marnes à Cyrènes et à plantes. Par contre, la présence dans ces dernières couches du *Paralates Bleicheri*, qui est un poisson d'embouchure et se rencontre dans le gisement bien connu de Rouffach, dénote un changement dans les conditions du dépôt. Après une interruption de sédimentation correspondant à la période du dépôt du gypse de Zimmersheim, il s'est peut-être produit un léger exhaussement du sol. On remarquera du reste que les cyrènes et les autres mollusques de cette

faune — planorbes, hydrobies, etc. — sont tous de petite taille et de forme rabougrie; ils ont évidemment vécu dans des eaux saumâtres, peu profondes et peu favorables à leur développement normal.

Les cérithes sont extrêmement rares dans les marnes à Cyrènes et toujours de petite taille. Delbos signale la présence du *C. plicatum* à Zillisheim; le docteur Förster celle de *C. submargaritaceum* à la Bornkappel, représenté toutefois par un seul échantillon à l'état de moule. Nous possédons de la même localité deux exemplaires, l'un, moule interne incomplet — longueur 8 millimètres pour 8 tours de spire — avec sa contre-empreinte, l'autre, empreinte très nettement marquée qui peuvent tous deux être rapportés avec une certitude suffisante au *Cerithium incrustatum* Schloth. (1).

A défaut d'autres fossiles marins, ces quelques cérithes ne nous paraissent pas suffisantes pour placer les marnes à Cyrènes au niveau des sables marins d'Altkirch et de Dannemarie (Oligocène moyen, partie inférieure).

GYPSE DE ZIMMERSHEIM

Dans notre précédente note (2), nous avons dit qu'on pouvait considérer le gypse de Zimmersheim (avec les argiles et les grès qui le surmontent) comme une zone de transition — Sestien de M. F. Sacco — entre le calcaire à *Melania Laura* et le Tongrien représenté à Habsheim par les grès à feuilles de *Cinnamomum*. M. Munier-Chalmas, dans une note récente adressée à l'Académie des sciences (3), a démontré pour le bassin de Paris l'origine saumâtre du gypse qui existe en masses plus ou moins puissantes depuis le Calcaire grossier supérieur jusqu'à la base des sables de Fontainebleau, le régime lagunaire s'étant toujours substitué au régime marin. Dans le bassin sundgovien, le gypse se rencontre également à différents niveaux, depuis l'Oligocène inférieur jusqu'au Tongrien; il est d'origine saumâtre et présente cette particularité que le régime lagunaire a précédé et non suivi le régime marin.

(1) *Muricites incrustatus* Schlotheim. Petrefactenkunde, p. 151. Presque entièrement semblable à *Mur. tricinctus* de Brocchi. Conch. foss., t. II, p. 446, tab. IX, fig. 23 est signalé par Schlotheim comme existant dans le Tertiaire du canton de Bâle, à Tavannes. Existe également dans les Cyrenenmergel du Sommerberg b. Alzei.

(2) Mathieu Mieg, ouv. cité, p. 566.

(3) *Sur les formations gypseuses du bassin de Paris*. Note de M. Munier-Chalmas. C.-R. Acad. Sc., t. CX, n° 12, p. 663, 24 mars 1890.

Comme exemple on peut citer, outre le gypse de Zimmersheim, les argiles à gypse de Dornach qui sont salifères, entre 40^m,50 et 69^m,30, et fournissent même, au-delà, de légères couches de sel gemme pur à une profondeur de 91^m,55 et de 115 mètres (1).

Dans notre n° 4 nous avons rapproché la coupe de la carrière de Rixheim (chemin de Zimmersheim) de celle du Schoff-Buckel et de Zimmersheim, afin de montrer que le gypse de Zimmersheim est incontestablement superposé au calcaire à *Melania Lauræ*. En effet, quand de la carrière de calcaire à *Mel. Lauræ* de Rixheim (chemin de Zimmersheim) on monte le chemin de traverse de Zimmersheim on rencontre un peu à droite, à 45 mètres environ au-dessus de la carrière précédemment mentionnée, la colline du Schoff-Buckel (334-mètres) et immédiatement en face, de l'autre côté du chemin, les carrières de gypse de Zimmersheim.

Le gypse du Schoff-Buckel a été exploité, il y a un certain nombre d'années, sur environ 32^m en profondeur; il correspond aux bancs moyens et inférieurs des carrières de gypse de Zimmersheim. La liste des rares plantes déterminables, qui, avec les *Paralates Bleicheri*, se trouvent dans les argiles et les grès qui surmontent les argiles à gypse de Zimmersheim, a été précédemment donnée par l'un de nous (2) et sera complétée plus tard par M. Fliche.

GRÈS A FEUILLES ET SCHISTES A MELETTA ET A AMPHYSILES

Ces dépôts, ainsi que tous les dépôts oligocènes marins d'Alsace, n'ont pas une épaisseur bien considérable. Nous croyons avec Delbos (3) que l'invasion de la mer tongrienne en Alsace a trouvé le calcaire à *Melania Lauræ* émergé sous forme d'île. Les dépôts marins tongriens se sont formés tout à l'entour de ce rivage, mais principalement au S. (4) et au S.-O.; ce n'est que vers la fin de

(1) Note sur un sondage exécuté à Dornach, par M. Mathieu Mieg. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3^e série, t. XVI, p. 261.

(2) M. Mieg, *Sondage de Dornach*, ouv. cité p. 260.

(3) Les recherches récentes du prof. Gutzwiller, de Bâle, ont démontré que l'horizon tongrien, composé de grès et sables avec *O. cyathula*, *P. subobovatus*, *Cyrena semistriata*, *Cerithium plicatum*, se trouve bien développé au S. de Bâle : Voy. les terrains tertiaires de la Suisse par F. Sacco, *Soc. belge de géol., de pal. et d'hyd.*, 2^e année, T. II, fasc. VII, p. 274.

(4) Delbos. *Revue scientifique* du 5 mars 1870. *L'Alsace pendant la période tertiaire*.

cette période qu'un affaissement s'est produit principalement dans la bordure E. et la partie S. E. du bassin d'eau douce, qui a permis aux grès à feuilles et aux schistes à *Meletta* et à *Amphysile* de se déposer au-dessus du calcaire à *Mel. Lauræ*. Comme nous l'avons dit dans une précédente note (1), les schistes à *Meletta* de Dornach sont accompagnés de sables marins renfermant, avec des dents et restes de poissons, de nombreux foraminifères d'espèces variées qui appartiennent à un niveau tertiaire plus élevé que celui des schistes à *Meletta*. Le Dr Förster (2) a découvert près de Landser des marnes riches en foraminifères, appartenant au même niveau, qui se trouvent à peu de distance d'un gisement de schistes à *Meletta* signalé par Delbos.

Pour terminer, nous résumons en un tableau les principales couches des dépôts sundgoviens.

(1) M. Mieg, *Sondage de Dornach*, ouv. cité, p. 236.

(2) Dr Förster. Die oligocänen Ablagerungen bei Mülhausen i. E. *Mitth. d. Comm. f. d. geol.-Unters.* Band I, Heft I, p. 48.

Tableau synchrone des couches du bassin lacustre du calcaire à *Melania Laura* d'Altkirch, Brunstatt, Mulhouse, Valbach, Sierentz, etc.

CLASSIFICATION ALLEMANDE	Argile à <i>Sepurina</i> .	Grès à feuilles et à <i>Meletta</i> de Habsheim, etc. Schistes à <i>Amphysiles</i> et à <i>Meletta</i> . Bouxwiller-Froidfontaine, etc.	Hasentrain.	Riedtsheim.	Rixheim. Zimmersheim- Weg.	Brunstatt. Bornkappel. Mönchsberg.	N. Speelbach N. Steinbrunn Kötzingen	Dornach.	N. Steinbrunn O. Steinbrunn	Zimmers- heim.	CLASSIFICATION HÉBERT BASSIN DE PARIS	Miocène inférieur.	
												Eocène supérieur.	
Oligocène moyen partie supérieure.	Argile à <i>Sepurina</i> .										Sables de Morigny à <i>Pectunculus</i> <i>obovatus</i> Faluns de Jeurre.	Sables de Fontainebleau	
Oligocène inférieur partie supérieure.		Marnes à Cyrènes de Zillisheim, etc.				—				—	Calc. de Brie Marnes vertes Marnes à <i>Cyrena</i> <i>convexa</i> .	Calcaires de Brie.	
Oligocène inférieur partie inférieure.		Gypse de Zimmersheim. Marnes dures à plantes, insectes, <i>M. Laura</i> . Calcaire à <i>Melania Laura</i> Marne bleue. Argile à gypse.									Gypse à <i>Palæotherium</i> . Gypse à faune marine.	Eocène supérieur.	

M. M. Bertrand annonce qu'une souscription est ouverte pour élever un monument à la mémoire de MELCHIOR NEUMAYR. MM. Douvillé et de Margerie se sont chargés de recueillir les souscriptions.

Séance du 2 Juin 1890

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND

M. J. Bergeron, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance; dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société : M. LENNIER, directeur du musée du Havre, présenté par MM. Munier-Chalmas et Bertrand.

Il annonce une présentation et fait part de la mort de M. MORENO MIQUEL, mort à Madrid le 24 mai.

M. Ferrand de Missol, au nom de la Commission de comptabilité, donne lecture du rapport suivant :

Rapport de la Commission de Comptabilité

La Commission a examiné l'état des recettes et dépenses de l'exercice écoulé, et a constaté sa conformité avec le résultat relevé par elle sur les registres mensuels qui lui ont été soumis. (Voir tableau n° 1).

Les recettes prévues pour 30.803 fr. 66 ont atteint 30,969 fr. 80, et les dépenses prévues pour 30.795 fr. ont été ramenées à 28.306 fr. 18 par une réduction portant sur le chapitre des publications. Ces deux faits indiquent d'une part l'exactitude des prévisions, d'autre part l'économie apportée par votre trésorier à la gestion de vos intérêts.

Toutefois l'exercice écoulé, qui, d'après l'état des recettes et des dépenses, semblerait se solder en excédant de 2.663 fr. 62 ne s'est, en réalité, soldé que par un excédant de 28 fr. 16. Cela tient à ce que l'arriéré non comptabilisé qui était au 31 octobre 1888 de

2767 fr. 89, était au 31 octobre 1889, déduction faite de l'encaisse, de 2739 fr. 73, et n'avait diminué que de 28 fr. 16, par le fait du boni de l'exercice.

Votre Conseil s'est préoccupé des mesures qu'il y avait lieu d'adopter pour amortir l'arriéré et assurer, dans l'avenir, l'équilibre de notre budget.

Les traditions d'économie suivies par nos trésoriers avec une attention vigilante ne permettent d'espérer aucune réduction utile dans nos frais généraux, et c'est dans l'accroissement de nos recettes, dans l'adhésion de membres plus nombreux que nous devons chercher l'augmentation de nos ressources pour l'avenir.

En attendant et sur l'heureuse initiative de notre dévoué secrétaire, M. Bergeron, le Conseil a approuvé la création d'une souscription spéciale pour la publication des mémoires de paléontologie dont la vente était loin de couvrir les frais, et dont le budget de la Société se trouvera ainsi dégrévée. Un traité a été passé, pour cet objet, avec la librairie Baudry.

Préparé avec beaucoup de soin par M. Douvillé, le tableau N° 2 résume les recettes et les dépenses prévues pour l'exercice 1889-1890, et exactement balancées.

Ce tableau n'a pu être réuni au tableau N° 1, comme on l'avait fait jusqu'ici, parce que notre nouveau trésorier a jugé utile de modifier la classification des chapitres, qui dès lors ne se correspondent plus sur la même ligne.

En vous proposant d'approuver les comptes présentés par le trésorier M. Bioche, la commission vous propose de voter à notre zélé confrère, pour les importants services qu'il a rendus à la Société, des remerciements exceptionnels auxquels chacun de nous sera heureux de s'associer cordialement.

PARRAN, FERRAND DE MISSOL, FAYOL.

RECETTES	PRÉVUES	EFFECTUÉES	DÉPENSES	PRÉVUES	EFFECTUÉES
1° Ordinaires			1° Ordinaires		
Droits d'entrée	400 »	520 »	Personnel, appointements .	1.500 »	1.500 »
Cotisations courantes	12.300 »	12.180 »	» gratification	200 »	200 »
» arriérées	300 »	480 »	Loyer, contribut., assurance	7.650 »	7.682.40
» anticipées	450 »	420 »	Chauffage, éclairage	800 »	782.85
Compte-rendu som. 233.28/	3.500 »	3.534.14	Mobilier	400 »	550.90
Bulletin 3.300.86/	1.500 »	1.266.95	Bibliothèque	500 »	764.15
Mémoires	200 »	246.80	Bull. impress. : arriéré 3.189.30/		
Ouvrages de Fontannes	1.000 »	1.000 »	» (T. XVII Année courante) 7.758.65/	12.500 »	11.083.95
Souscription ministérielle . .	4.750 »	4.756.30	C. R. S.	336 »	
Revenus	4.300 »	4.325 »	Port du Bulletin	750 »	752.69
Sous-locations	300 »	27.95	Mémoires	3.000 »	1.529 »
Divers	29.000 »	28.757.14	Frais de bureaux	500 »	398.26
2° Fonds spéciaux			Ports de lettres	300 »	353.48
Revenus du fonds Fontannes	650 »	659 »	Divers	200 »	398 »
Réserve de 1887-1888	332.25	332.25	2° Prix	23.300 »	25.935.68
3° Capital			Prix Viquesnel (en réserve).	330 »	332.25
Cotisations à vie	400 »	800 »	» Fontannes (d°) .	165 »	
En caisse au 1 ^{er} Nov. 1888 . .	421.41	421.41	» Fontannes	1.200 »	1.213.45
	30.803.66	30.969.80	3° Capital		
			Placem ^t des cotisations à vie	800 »	824.80
			En caisse au 31 Octobre 1889	30.795 »	28.306.18
			TOTAL ÉGAL.		2.663.62
					30.969.80

N° 2.

Les Recettes ont été distinguées en Recettes ordinaires et Recettes provenant de la vente des publications, et les Dépenses en frais généraux et frais de publication.

RECETTES PRÉVUES		1889-90	DÉPENSES PRÉVUES	1889-90
1° Ordinaires			1° Frais Généraux	
Revenus nets.	4.411 »		Personnel, appointements	1.500 »
Cotisations courantes.	12.000 »		» gratification.	300 »
» arriérées.	300 »		Loyer effectif.	2.925 »
» anticipées.	450 »		Chauffage et éclairage	800 »
Droits d'entrée	400 »		Mobilier	450 »
Annonces.	300 »		Bibliothèque	600 »
			Frais de bureaux.	500 »
2° Vente de Publications			Port du bulletin.	800 »
Bulletin.	3.300 »		Ports de lettres.	300 »
C. R. S (Abonnements).	200 »		Divers	200 »
Mémoires.	500 »		Subvention au fonds Viquesnel.	35.80
Ouvrages Fontannes	200 »			
Souscription ministérielle.	1 000 »		Total des frais généraux.	8.410.80
			2° Frais de Publications	
Total des recettes prévues	5.200 »		Bul. arriéré { R. extr. t. XVI (Commentry) 2.320 »	5.403.35
A retrancher les frais généraux	23.061 »		Fin du tome XVII 3.083.35	
	8.410.80		Bul. Ex. c ^t { R. ext. t. XVII (Paris). 1.200 »	8.570.47
Dotation des Publications.	14.650.20		Tome XVIII 7.370.47	
En caisse au 1 ^{er} novembre 1889.	2.663.62		Compte-rendu sommaire . . . 340 »	340 »
			Mémoire Cotteau.	3.000 »
ACTIF DISPONIBLE.			TOTAL ÉGAL.	17.313.82

Le Président, au nom de la Société, s'associe à la Commission de comptabilité pour remercier le Trésorier de son dévouement.

M. FISCHER présente un travail de M. EUSÈBE VASSEL intitulé « *Sur les faunes de l'Isthme de Suez.* »

L'auteur a réuni sous ce titre une série de notes traduites de Théodore Fuchs et de Conrad Keller, et augmentées d'observations personnelles sur les faunes marines des deux côtés de l'isthme et sur la population conchyliologique actuelle du canal de Suez. Il a exposé ensuite ses idées sur la communication possible des mers d'Europe, Indo-Pacifique et des Antilles durant la période miocène.

M. A. GAUDRY offre à la Société, au nom de l'auteur, M. le Prof. CAPELLINI, un mémoire intitulé « *Ichthyosaurus campylodon e tronchi di Cicadee nelle argille scagliose dell' Emilia.* »

M. CHAPER dépose sur le bureau les rapports de la Commission d'études, instituée par la Compagnie universelle du canal de Panama et donne quelques renseignements sur la géologie de la partie de l'isthme traversée par le canal. M. Chaper complètera ces renseignements quand l'étude des roches et des fossiles, qu'il a rapportés, sera terminée.

M. FISCHER, qui a examiné une collection de fossiles provenant de l'isthme de Panama et donnée au Muséum, pense qu'on peut les rapporter au Tertiaire supérieur ou au Quaternaire.

M. CHAPER a pu distinguer plusieurs étages dont il a reconnu la position relative.

M. FISCHER pense que le soulèvement de l'isthme est relativement récent. Il y aurait grand intérêt à connaître la faune tertiaire de cette région qui sépare l'Atlantique et le Pacifique dont les faunes sont actuellement différentes.

M. Welsch fait la communication suivante :

**Les Terrains jurassiques dans les environs de Tiaret,
Frenda et Saïda (Département d'Oran, Algérie)**

par M. Welsch

On sait que l'Algérie occidentale se partage en quatre régions naturelles parallèlement à la Méditerranée. C'est : le *Tell* ou *Atlas Méditerranéen*, les *Hauts Plateaux*, les montagnes des Ksours ou *Atlas Saharien*, le *Sahara Algérien*.

Les villes de Tiaret et de Frenda sont situées exactement à la limite du Tell et des Hauts Plateaux ; la ville de Saïda est dans le Tell, à quelques kilomètres des Hauts Plateaux. Les renseignements contenus dans cette note s'étendront jusqu'à Goudjila, à 70 kilomètres au S.-E. de Tiaret, à la limite du département d'Alger.

Ce Ksar est proche de Chellala et de Ben Hammade, qui ont été étudiés par M. Peron, dans son *Essai sur la Géologie de l'Algérie*, et du Dj. Recchiga, étudié par M. Le Mesle.

Il y a 180 kilomètres en ligne droite, depuis Goudjila, à l'est, jusqu'à Saïda, à l'ouest. On ne trouve de renseignements géologiques importants, pour toute cette étendue, que dans les divers travaux de M. Pomel.

Le Jurassique de ces régions est constitué par trois étages, très distincts au point de vue lithologique, ce qui permet de les reconnaître facilement :

1^o Un étage dolomitique inférieur, répondant au *Bathonien*, avec, peut-être, le *Bajocien* à la base.

2^o Un étage marneux répondant à l'*Oxfordien du Midi*, c'est-à-dire à l'*Oxfordien* et à l'*Astartien* du bassin de Paris.

3^o Un étage supérieur, dolomitique, depuis Goudjila jusqu'à la Mina et Frenda. Entre cette dernière ville et Saïda, les dolomies sont remplacées progressivement, à leur partie supérieure, par des grès. Cet étage répond au *Corallien du Midi* ; c'est l'équivalent probable du *Tithonique*, avec la faune du *Ptérocérien*.

Le substratum de cette série n'est pas visible dans les environs de Tiaret et de Frenda. Lorsque cette série est recouverte, on voit au-dessus, soit divers étages crétacés, soit le Miocène moyen, soit les dépôts quaternaires. Le *Néocomien* proprement dit manque

toujours ; du reste, ces couches jurassiques sont toujours recouvertes par transgression entre Frenda, Tiaret et Goudjila.

I. — Etage BATHONIEN (*Groupe oolithique inférieur*).

Les dolomies inférieures sont visibles au nord-est de Saïda, et dans les environs de Tagremaret, entre Saïda et Frenda. Leur épaisseur dépasse quelquefois 80 mètres ; le plus souvent, elles sont compactes à leur partie supérieure et forment des surfaces rocheuses qui se terminent souvent par des escarpements. Ces derniers sont quelquefois dus à des failles et, le plus souvent, à la dénudation.

Les fossiles y sont très rares.

M. Pomel avait rapporté ces dolomies au Lias (1), mais M. Bleicher a montré qu'elles représentaient le Bathonien, avec peut-être le Bajocien (2). Il indique *Rhynchonella subtetraedra* avec un point de doute et un *Galeropygus* voisin de *G. Baugieri* d'Orb.

J'ai pu avoir quelques fossiles en traitant par l'acide des fragments d'une roche appartenant à cet étage et provenant d'un puits creusé à Krallfallah, près Tafaraoua, à 32 km au sud de Saïda. J'ai obtenu des rhynchonelles paraissant se rapporter à l'espèce appelée habituellement *Rh. varians* Sow. (3). Quelques exemplaires se rapprochent de *Rh. lotharingica* Haas, et *Rh. badensis* Oppel.

II. — Etage marneux. — (Oxfordien du Midi.) — (*Groupe oolithique moyen*.) — (Callovien, Oxfordien et Astartien).

Cet étage est principalement constitué par des marnes argileuses d'un gris verdâtre. Elles présentent souvent des intercalations de bancs gréseux ou dolomitiques. En certains points, la masse est colorée en rouge d'une façon irrégulière. L'épaisseur dépasse souvent 120 mètres et peut atteindre 300 mètres. Elles constituent le fond des vallées, et forment des talus inclinés, au-dessous des escarpements constitués par la dolomie supérieure. Elles sont presque toujours dénudées.

(1) Le Sahara, p. 29, 1872. — Texte explicatif de la carte géologique provisoire, p. 14 et 15, 1881-1882.

(2) Recherches sur le Lias supérieur et l'Oolithe inférieure de la province d'Oran. (*Assoc. franç., Congrès d'Alger*, 1881).

(3) Dans la *Description stratigraphique générale de l'Algérie* (1889), p. 30 M. Pomel la détermine comme *Rh. variabilis*, fossile habituellement cité du Lias moyen.

A. *Gisement de Saïda.* — A Saïda, à une certaine distance au-dessus des dolomies inférieures, j'ai recueilli :

<i>Ammonites anceps</i> Rein.	<i>Ammonites Adelaë</i> d'Orb.
» <i>lunula</i> Zieten.	» <i>Hommairei</i> d'Orb.
» <i>Backeriaë</i> Sow.	» <i>Kudernatschi</i> de Hauer.
» <i>Zignodianus</i> d'Orb.	<i>Belemnites</i> sp.
» <i>hecticus</i> Rein.	<i>Rhynchonella</i> sp.
» <i>coronatus</i> Schl.	<i>Posidonomya alpina</i> Gras.

Les fossiles les plus abondants appartiennent aux diverses variétés de *A. anceps*. Les posidonies se trouvent dans les parties plus schisteuses, comme dans les Alpes françaises.

Cette faune indique bien la zone des *A. anceps* et *A. coronatus*, c'est-à-dire le *Callovien*. Il n'y a pas du tout mélange des fossiles calloviens avec les fossiles oxfordiens, comme on l'a annoncé pour la province d'Oran, en général.

L'âge de cette partie inférieure avait été fixé par M. Bleicher qui cite, probablement d'un gisement voisin, *A. refractus*, *A. Baugieri*, *A. hecticus*, *A. Puschi*, *A. Manfredi*, *A. Backeriaë*.

B. *Gisement de Aïn Amra.* — Les fossiles sont rares dans cet étage marneux. Pour en trouver, il faut aller jusqu'à Aïn Amra, à 25 km au N.-O. de Tiaret, sur le flanc occidental du Djebel Bechtoute, qui est un massif éruptif.

En ce point particulier, cet étage est constitué par des *calcaires rouges ammonitifères*, ressemblant complètement aux *calcaires rouges concrétionnés* décrits par M. E. Favre dans les Alpes Fribourgeoises (1).

Ces calcaires rouges sont marneux et grumeleux. Ils ne renferment pas de fossiles à la base.

Dans la partie supérieure, j'ai recueilli successivement les trois faunes suivantes :

<i>A. (Phylloceras) plicatus</i> Neum.	<i>A. (Rhacophyllites) tortisulcatus</i> d'Orb.
» » <i>saxonicus</i> Neum.	» (<i>Harpoceras</i>) <i>Henrici</i> d'Orb.
» » <i>mediterraneus</i> Neum.	» (<i>Oppelia</i>) <i>Anar</i> Oppel.
» » <i>Manfredi</i> Opp.	» (<i>Haploceras</i>) <i>Erato</i> d'Orb.
» (<i>Perisphinctes</i>) cf. <i>Bocconii</i> Gemm.	» (<i>Aspidoceras</i>) <i>perarmatus</i> Sow.
» » <i>regalmicensis</i> Gemm.	<i>Belemnites hastatus</i> Blainv.
» (<i>Peltoceras</i>) <i>transversarius</i> Qu. var.	<i>Lepidotus maximus</i> Wagner.

C'est la faune de la zone à *A. transversarius*.

(1) *Mém. Soc. paléont. suisse*, t. II, III, IV, V.

2° Au-dessus, la plupart des espèces changent; on trouve :

<i>A. (Phylloceras) mediterraneus</i> Neum.	<i>A. (Perisphinctes) Pralairi</i> E. Favre.
» (<i>Rhacophyllites</i>) <i>tortisulcatus</i> d'Orb.	» (») <i>Kobelti</i> Neumayr.
» (<i>Harpoceras</i>) <i>canaliculatus</i> Buch.	» (») <i>lucingensis</i> E. Favre
» (») <i>arolicus</i> Oppel.	» (») <i>Navillei</i> E. Favre.
	» (») <i>cf. virgulatus</i> Qu.

Cette association de fossiles rappelle tout à fait celle qu'a décrite M. E. Favre aux Voirons et dans sa monographie des Alpes Fribourgeoises. C'est l'équivalent exact de son calcaire concrétionné gris. C'est le niveau et la faune de la zone à *A. bimammatus*.

3° Au-dessus, les calcaires rouges renferment :

<i>A. (Rhacophyllites) tortisulcatus</i>	<i>A. (Oppelia) pseudo-flexuosus</i> E. Favre.
d'Orb.	» (<i>Perisphinctes</i>) <i>lucingensis</i> E. Favre
» (<i>Lytoceras</i>) <i>Orsinii</i> Gemm.	» (») <i>inconditus</i> Font.
» (<i>Harpoceras</i>) <i>cf. arolicus</i> Opp.	» <i>cf. polygyratus</i> Rein.
» (<i>Oppelia</i>) <i>Frotho</i> Opp.	» <i>polyplocus parabolis</i> Qu.

Cette assise représente le niveau de l'*Ammonites tenuilobatus*, car l'*A. Frotho* est un compagnon inséparable de ce fossile. Il a, du reste, été souvent confondu avec lui.

Au-dessus, on trouve l'étage supérieur, constitué par un banc dolomitique, suivi d'une alternance de marnes bariolées schisteuses et gréseuses et de calcaires compacts qui terminent la série jurassique en ce point.

Les calcaires rouges ammonitifères de Aïn Amra à *A. transversarius*, *A. bimammatus* et *A. Frotho* présentent un caractère tout à fait alpin par leur faune. Ce gisement représente actuellement le point le plus éloigné des Alpes, dans la direction du sud-ouest, où ces fossiles de type alpin aient été signalés.

L'aspect de la roche, dans ces trois zones, est tout à fait semblable de bas en haut. D'après M. Pomel (1), ces ammonites auraient été rubéfiées par suite de l'action de la roche éruptive du Djebel Bechtoute. Je ne crois pas que cela soit exact, d'après ce que j'ai vu sur les lieux. De plus, on connaît plusieurs niveaux de calcaires rouges ammonitifères sur les bords de la Méditerranée.

En effet, les calcaires à *A. transversarius* étaient déjà signalés dans l'Ouarsenis (à 100 km au nord de Tiaret), à Batna, et M. Le Mesle les a trouvés dans le Zaghouan de Tunis (2).

(1) *Description stratigraphique générale*, p. 34.

(2) *Bull. Soc. géol.*, t. XVIII, p. 209, séance du 20 janvier 1890.

Les fossiles et la roche, que j'ai pu examiner de ces divers points, sont identiques aux fossiles et à la roche de Aïn Amra.

Je n'ai pas trouvé non plus un seul fossile rappelant les ammonites de Saïda.

C. *Gisement de la cascade de la Mina.* — Dessous la cascade, à 10 km de Tiaret, cet étage est constitué par des marnes argileuses grises, renfermant, à la partie supérieure, une lentille de calcaire suboolithique, avec fossiles assez nombreux, tels que :

<i>Holotypus corallinus</i> d'Orb.	<i>Pholadomya paucicosta</i> Rømer.
» <i>drogiacus</i> Cott.	<i>Rhynchonella inconstans</i> Sow.
<i>Pygaster umbrella</i> Ag.	» <i>lacunosa</i> Schl.
» <i>Welschi</i> Gauth. (1)	» <i>pinguis</i> Rømer.
<i>Metaporhinus</i> cf. <i>Michelini</i> Ag.	» <i>trilobata</i> Ziet.
<i>Echinobrissus Minensis</i> Gauth.	<i>Terebratula semisella</i> Etall.
<i>Stomechinus gyratus</i> Desm.	» <i>Zieteni</i> de Lor.
<i>Pseudocidaris rupellensis</i> Cott.	» <i>subsella</i> Leym.
<i>Mytilus subpectinatus</i> d'Orb.	» <i>Grossouvrei</i> Douv.
<i>Lima astartina</i> Thurm.	» <i>bicanaliculata</i> Schlot.
<i>Pecten subspinosus</i> Schloth.	<i>Apiocrinus</i> sp.

Cet ensemble de fossiles rappelle tout à fait les couches de Commissey, de Châtel-Censoir, et, en général, du Rauracien du bassin de Paris.

Pour terminer ce qui est relatif à cet étage de marnes argileuses, j'ajouterai qu'il est impossible de le subdiviser. Il répond complètement à l'*Oxfordien du Midi*.

III. — Etage dolomitique supérieur. — (*Groupe oolithique supérieur*). — (*Corallien du Midi, Ptérocéen*).

D. Les dolomies supérieures peuvent s'étudier facilement à la cascade de la Mina sur la route de Tiaret à Frenda, au-dessus des marnes qui renferment la couche corallienne précédente. En ce point, leur épaisseur dépasse 60 m et l'escarpement de la cascade est constitué par ces dolomies qui forment là une falaise de 44 mètres.

A la base de l'étage, immédiatement au-dessus des marnes argileuses grises, on trouve :

<i>Rhynchonella inconstans</i> Sow.	<i>Pseudodiadema oranense</i> Per. et Gauth.
» <i>matronensis</i> de Lor.	» <i>florescens</i> Ag.
» <i>pinguis</i> Rømer.	<i>Rhabdocidaris caprimontana</i> ? Desor.
<i>Terebratula insignis</i> Zieten.	» <i>trigonacantha</i> (Ag.)
<i>Ostrea</i> sp.	Desor.
<i>Millericrinus</i> sp.	<i>Hemicidaris Agassizi</i> (Rømer) Dames.
<i>Pentacrinus</i> sp.	<i>Pseudocidaris Durandi</i> Per. et Gauth.
<i>Cidaris cervicalis</i> Ag.	» <i>rupellensis</i> Cott. (ccc).
» <i>glandifera</i> Goldf.	<i>Diplocidaris gigantea</i> (Ag.) Desor.
» <i>coronata</i> ? Munster.	<i>Acrocidaris nobilis</i> ? Ag.

(1) Voir Gauthier, Supplément aux Echinides de l'Algérie, dans l'*Association française, Congrès de Paris*, 1889.

Cette faune rappelle beaucoup celle de la pointe du Ché et d'Angoulins, près de La Rochelle. L'aspect des fossiles est identique. Elle rappelle aussi celle que l'on trouve à la base des dolomies et des calcaires à *Terebratula moravica* du midi de la France.

E. Entre la Mina et l'ancienne ville arabe de Tagdempt, la capitale d'Abd-el-Kader, l'étage dolomitique présente, dans sa partie moyenne, c'est-à-dire au-dessus de la faune précédente, des intercalations de marnes verdâtres et de calcaires remplis de foraminifères du genre *Spirocyclina* M.-Ch., avec de nombreux moules de gastéropodes et de bivalves, des genres *Pterocera*, *Nerinea*, *Astarte*, *Cardium*, *Trigonia*. Parmi les fossiles déterminables je citerai :

Natica hemispherica Rømer.

Pterocera Oceani Brongn.

Ostrea cyprea d'Orb.

Ces couches présentent la plus grande analogie avec celles décrites par M. Choffat dans l'Algarve occidental (1).

F. Entre Tiaret et Temda, près de la source de Tamendel, les parties moyennes et supérieures de la dolomie passent à des calcaires siliceux renfermant :

Cidaris glandifera Goldf.

Apiocrinus sp.

Hemicidaris serialis Oppel.

Terebratula Zieteni de Lor.

Acropeltis æquituberculata Ag.

» *insignis* Zieten.

Holactypus sp.

Rhynchonella inconstans Sow.

Acrosalenia angularis Desor.

Ostrea hastellata Schlot.

Cyphosoma cf. *duplicatum* Cott.

» *gregarea* Goldf.

Rhabdocidaris cf. *Orbigny* (Ag.) Desor.

Montlivaultia sp.

Ces fossiles sont silicifiés comme ceux de Nattheim. Plusieurs espèces d'oursins et les huitres sont identiques aux fossiles de ce gisement de l'Europe centrale. Ce rapprochement est assez curieux à cause de l'éloignement et aussi parce que le gisement de Aïn Tamendel se trouve au-dessus de couches à ammonites qui rappellent si bien les Alpes.

L'ensemble de cet étage dolomitique supérieur rappelle donc bien le *Corallien du Midi*, avec faune ptérocérienne. C'est l'équivalent probable du *Tithonique*.

Je dois ajouter que cet étage dolomitique supérieur est rapporté par M. Pomel (2) au groupe corallien et même au *glypticien*. Pour moi, les groupes *corallien*, *tithonique* et *astarto-ptérocérien* de M. Pomel ne sont que des faciès différents d'un même étage. En

(1) *Recherches sur les terrains secondaires au sud du Sado*. 1887.

(2) *Description stratigraphique générale de l'Algérie*, p. 37 et 39.

effet, on constate, en allant de l'est à l'ouest, que les dolomies J_{3a} de M. Pomel sont remplacées latéralement par les grès coralliens J_{3b} du même auteur. Il suffit de suivre ces couches de Frenda à Saïda.

Dans ces mêmes régions, les dolomies sont quelquefois remplacées aussi dans leur partie supérieure par des calcaires compacts avec les térébratules du Tithonique, comme dans l'Ouarsenis.

Ce sont encore des calcaires du même étage, analogues à ceux de Tagdempt et de Tamendel que M. Pomel sépare des dolomies de la Mina. Si l'on suit la rive droite de la Mina depuis la cascade jusqu'à Tagdempt, on voit ces dolomies (*groupe corallien*, Pomel), passer latéralement aux dolomies, marnes à *Spirocyclina* et calcaires siliceux qui représentent le Ptérocérien.

Considérations générales sur les terrains oolithiques de Saïda, Frenda, Tiaret et Goudjila. — Dans toute la région, il existe une concordance remarquable de stratification pour toute l'épaisseur de cette section jurassique. Les deux étages inférieurs présentent une uniformité remarquable au point de vue lithologique. L'étage supérieur commence partout par des couches dolomitiques, mais présente ensuite une grande variété de sédiments : grès, calcaires compacts, marnes et calcaires siliceux, dolomies.

Rôle des dolomies supérieures dans le relief du sol. — Presque partout où elles affleurent, près de la Mina, près de Frenda et dans la chaîne du Nador, ces dolomies forment des escarpements remarquables au-dessus de talus en pente douce, constitués par les marnes argileuses de l'étage moyen. Beaucoup de vallées se présentent sous forme de combes ou boutonnières creusées dans les marnes et entourées de falaises dolomitiques; je citerai la vallée de la Mina, dessous la cascade, celle de l'Oued-el-Taht, près Frenda, la vallée de l'Oued-Feidja dans la chaîne du Nador, etc., etc.

Dans la vallée de l'Oued-el-Taht supérieur, l'escarpement dolomitique forme la limite exacte du Tell et des Hauts-Plateaux.

N° 1. — Coupe prise le long de la sente charretière qui va de Aïn Mecharef au moulin inférieur de la cascade de la Mina (fig. 1).

Toutes les couches plongent à l'est. On a, de bas en haut :

A. — *Marne argileuse verdâtre* avec quelques petites zones de calcaire et de grès fins siliceux. Les dernières peuvent atteindre 50 centimètres d'épaisseur. L'ensemble dépasse 60 mètres et forme un talus incliné.

B_{1a}. — 10 à 12 mètres de *calcaires gréseux* jaunâtres alternan.

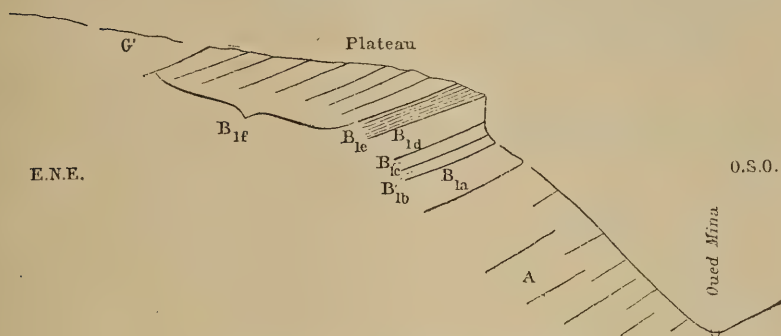
avec des sables argileux. Lorsque les bancs de calcaires gréseux sont assez durs, ils forment des petites lignes de relief.

B_{1b}. — 3 mètres de *calcaires coralliens* compacts d'un gris clair, en bancs réguliers. La surface des bancs, usée par les eaux, montre des traces de fossiles, surtout d'oursins.

B_{1c}. — 6 mètres de *calcaires coralliens* grumeleux, grisâtres, avec

Fig. 1.

Coupe prise dans le ravin où passe l'ancienne route du moulin inférieur sur la rive droite de la Mina.



A. Marne argileuse (Oxfordien et Astartien).

B₁. Calcaires et dolomies (Jurassique supérieur).

G'. Crétacé inférieur.

tiges d'*encrines*, radioles d'*oursins*, *rhynchonelles*; tous ces fossiles sont absolument brisés.

B_{1d}. — *Dolomie* d'un jaune paille, mais quelquefois un peu verdâtre ou bien gris clair, 10 mètres. On y voit des débris de *polypiers*, *bryozoaires*, radioles d'*oursins*, etc.

B_{1e}. — Quelques mètres de *marnes* argileuses verdâtres et violacées alternant avec des bancs dolomitiques jaunâtres.

B_{1f}. — *Dolomie* grenue, en bancs épais. Elle est jaunâtre et constitue la surface d'un plateau qui se continue plus loin, comme on le verra dans la coupe (N° 2), où elle forme escarpement. La roche est ravinée et corrodée par les eaux. L'épaisseur est difficile à évaluer; il y en a plus de 40 mètres.

Plus loin, on arrive à la partie supérieure du ravin d'*el Allouch*. Le fond montre des argiles gréseuses bariolées G' appartenant au Crétacé inférieur.

Si l'on s'écarte un peu au nord, vers Aïn-Necissa, les dolomies sont recouvertes par des poudingues miocènes.

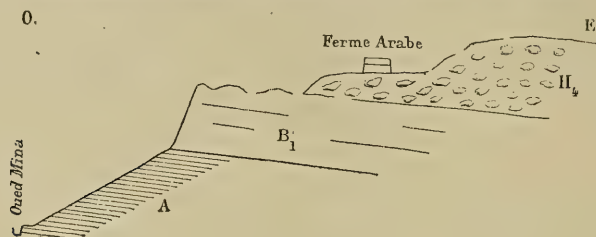
N° 2. — Coupe prise en allant de la Mina à Aïn Bēïda
et Aïn-Necissa (fig. 2).

Si l'on continue à suivre la rive droite de la Mina, en descendant la rivière, on peut relever une coupe analogue à la précédente, mais très simplifiée, à 1,500 mètres environ au-dessous de la cascade. Il suffit de remonter le sentier arabe qui va de la Mina à la ferme arabe d'Aïn-Bēïda; on ne peut se tromper, c'est la seule maison des bords de la Mina, en dehors des Moulins. On traverse d'abord :

A. — Les *Argiles grises*, qui ne présentent que de très petites zones gréseuses, sans aucune couche calcaire.

Fig. 2.

Coupe prise en allant de la Mina à Aïn Bēïda et Aïn Necissa.



B₁. — Puis, des *Dolomies* très épaisses, ne présentant plus trace de bancs calcaires à la base, comme dans la coupe précédente. Elles sont absolument dépourvues de restes organiques. Le sentier que l'on suit est très mauvais; la surface des dolomies est très ravinée par les eaux.

H₄. — Un peu avant la ferme arabe, on voit les *poudingues miocènes* reposer en couches horizontales sur la dolomie. Les poudingues ont été enlevés plus facilement par érosion que les bancs dolomitiques qui les supportent, aussi sont-ils en retrait sur le rebord du plateau.

N° 3. — Jurassique du plateau de Bou Guedoun au nord
de Tiaret (fig. 3).

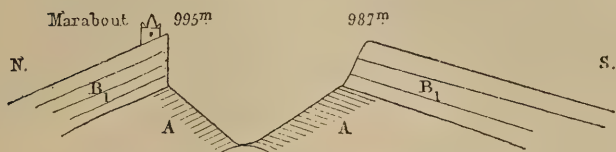
En général, la surface est occupée par les dolomies supérieures, qui sont recouvertes d'une terre végétale rouge, assez peu abondante et portent surtout des broussailles. On voit sortir de la roche de très belles sources, telles que Aïn Nèchefa, Aïn Aqbouba, etc.

Au centre, se trouve le Marabout de Sidi Abdelkader Muleyrlèle qui est bâti sur le flanc d'un pli anticlinal brisé. (fig. 3).

Jurassique de la chaîne du Nador.

Celle-ci constitue une crête allongée au milieu des Hauts-Plateaux.

Fig. 3.
Jurassique de Muleyrlèle.



A. Marnes (Oxfordien et Astartien).
B₁. Dolomie (Jurassique supérieur).

Elle sépare le plateau de Seressou de celui de Taguine. Elle est dirigée E. 30° N. et se trouve à 40 kilomètres environ au S. E. de Tiaret.

Cette chaîne est formée par un pli anticlinal dont la voûte brisée est remplacée par la vallée de l'Oued Feidja, sur la plus grande partie de la chaîne. On peut donc distinguer une ligne de crêtes septentrionale et une autre méridionale. Je vais donner quelques renseignements sur ce qui arrive aux deux extrémités de la chaîne.

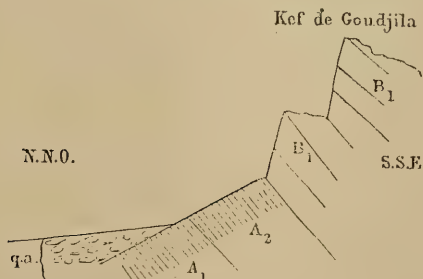
N° 4. — Coupe du Jurassique de Goudjila (fig. 4).

Le Ksar (village) de Goudjila se trouve à l'extrémité de la chaîne du Nador, au N.-E. On peut relever la coupe suivante dans le ravin qui se trouve dessous le Ksar, près de la source.

A₁. — *Marnes verdâtres très schisteuses* et magnésiennes, en couches minces dont l'épaisseur varié de à 1 à 10^{cm} ; elles peuvent s'étudier

Fig. 4.

Coupe prise sur la rive droite de la rivière de Goudjila.



principalement sur la rive gauche du ravin, entre les bassins et les maisons du Ksar. Elles sont, en grande partie, recouvertes par des

éboulis provenant des couches supérieures; ou bien par un cône de déjection de l'époque quaternaire qui a rempli la partie inférieure du ravin.

A₂ — Au-dessus et en concordance, viennent des *marnes très dolomitiques* et très friables, que l'on voit plonger au S.-S.-E. de 45° environ; elles sont presque blanches; leur surface est couverte d'une terre végétale argileuse jaunâtre ou blanchâtre, qui provient de leur décomposition. Peut-être conviendrait-il de les ranger déjà dans la zone suivante.

B₁. — La partie supérieure passe insensiblement à des bancs dolomitiques dont la stratification est encore très nette; ils ont une épaisseur variable de 1 m à 1 m. 50. On arrive ainsi à la base de la falaise. Celle-ci est constituée par une grande épaisseur de *Dolomie* grise, dure et compacte. Les maisons de Goudjila sont bâties immédiatement en bas de l'escarpement.

Comme toujours, cette dolomie B₁ est absolument ravinée et porte de petites broussailles. Elle est recouverte de terre végétale rougeâtre très différente de celle qui couvre les couches marneuses A.

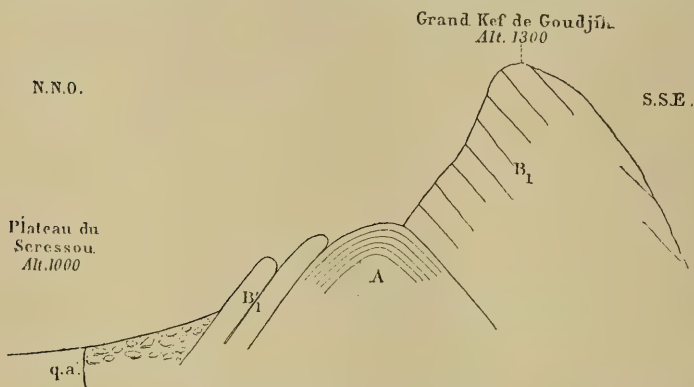
En arrière de la première falaise, se trouve un deuxième escarpement, constitué par la partie supérieure des dolomies B₁. Il forme le grand Kef (rocher) que l'on voit au N.-E. de Goudjila.

N° 5. — Coupe prise au Kef de Goudjila (fig. 5).

Si l'on s'éloigne du ravin de Goudjila, en suivant au nord-est la base de l'escarpement dolomitique B₁, on arrive, à 1000 mètres

Fig. 5.

Coupe prise à 1 kil. au N. E. de Goudjila à l'extrémité de la chaîne du Nador.



- q. a. Quaternaire ancien et éboulis
- A. Argiles (Oxfordien et Astartien).
- B₁. Dolomie (Jurassique supérieur).

environ, au milieu de la voûte brisée d'un pli anticlinal, qui affecte les assises B. On est placé entre des bancs dolomitiques B₁ qui plongent au N.N.O. très fortement et une autre série B₁, qui plonge au S.S.E. de 45° environ. Cette dernière forme le Grand Kef et résulte de la réunion des deux falaises de Goudjila; l'épaisseur des dolomies y dépasse 60 mètres.

Au milieu apparaissent les marnes verdâtres A.

J'ai donné cette coupe, car c'est là dernière qui montre à la fois les bancs dolomitiques B₁ plongeant d'un côté au nord, de l'autre au sud. Plus à l'est, la chaîne s'arrête, et on ne voit plus dans la plaine du Seressou que des mamelons rocheux, couverts de broussailles, qui émergent au milieu des dépôts quaternaires du Seressou central.

C'est ainsi que le *Koudiat Tazacha*, le *Dj. Recchyga* (1), le *Dj. Oumzebboudj* sont constitués par les dolomies B₁. Quelquefois, comme au Djebel Recchyga, la base de cette assise est fossilifère.

Couches de Souffiguig. --- La chaîne du sud du Nador peut être étudiée assez facilement sur la route arabe qui va de Goudjila à l'Oued Souffiguig par l'Oued Mouila. Toute la région des ravins de Souffiguig est constituée par une grande série de bancs dolomitiques dont l'épaisseur dépasse 200 mètres. Les couches sont toujours inclinées au S. S. E., comme au Kef de Goudjila (fig. 5), mais d'une faible quantité. Les bancs sont en retrait l'un sur l'autre et forment de véritables escaliers sur les flancs des vallées. Ce sont des calcaires dolomitiques très compacts, de couleur paille, avec nombreuses veines de calcaire cristallisé et dendrites de manganèse. Leur aspect et leur nature lithologique sont uniformes, de la base au sommet de la formation. Leur régularité est telle qu'on peut les suivre, pendant plusieurs kilomètres, vers les plaines de Noufikra et de Rosni.

Je crois que tout leur ensemble appartient encore au Jurassique. Cependant les bancs supérieurs sont sensiblement différents, au point de vue lithologique, des dolomies de Goudjila et de la Mina.

N° 6. — Le Jurassique autour de Frenda. — Coupe du Djebel el Rar (fig. 6).

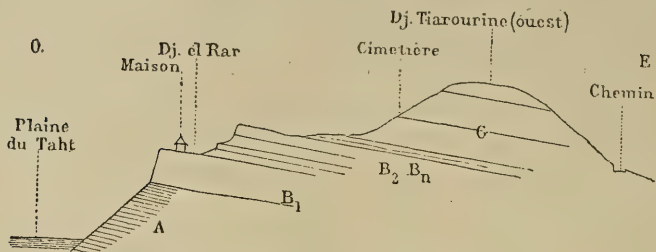
Au nord de Frenda, près de la maison du Caïd Aouad ben Saphir, des Krallafas Gheraba, les collines escarpées de la rive droite de

(1) C'est de là que viennent de nombreux échinides décrits par MM. Cotteau, Peron et Gauthier.

l'Oued el Taht portent le nom de Dj. el Rar. Elles sont constituées par les couches jurassiques surmontées de couches crétacées. L'ensemble paraît en concordance et plonge légèrement à l'E. S. E.

Fig. 6.

Le Jurassique et le Crétacé au Djebel el Rar.



A. Marnes argileuses (Oxfordien et Astartien).

B1-Bn. Dolomie et marnes du Jurassique supérieur.

G. Gault.

A. — Les talus qui bordent la vallée du Taht sont occupées par les argiles marneuses grises avec taches rouges; leur épaisseur dépasse 100 mètres.

B1. — Dolomie épaisse de 50 mètres, constituant une véritable falaise; on peut l'étudier surtout dans les ravins au nord de la maison du Caïd.

B2. — Bn. — Argile gréseuse alternant avec des grès jaunes et des dolomies assez épaisses. L'épaisseur dépasse 50 mètres.

G. — Au-dessus viennent les marnes jaunes du Gault à *Ostrea praelonga* Sharpe, et *O. falco* Coq.

MM. BERTRAND et MUNIER-CHALMAS insistent sur l'intérêt que présentent les lentilles coralligènes rencontrées dans les dolomies supérieures. Elles confirment le synchronisme établi pour les dolomies du bassin de la Méditerranée, qui ne sont qu'un faciès du Tithonique.

M. H. Lasne fait la communication suivante :

**Sur les Terrains phosphatés des environs de Doullens.
Etage Sénonien et Terrains superposés,**

Par M. **Henri Lasne.**

(Pl. VII, VIII)

CHAPITRE PREMIER

§ 1. — HISTORIQUE

On se rappelle que M. Buteux (1) et M. de Mercey (2) avaient signalé à Beauval (Somme) d'abord, puis à Breteuil (Oise) et à Hallencourt (Somme); une craie grise à *Belemnitella quadrata* très différente de la craie blanche ordinaire; ils avaient constaté que la couleur grise était due à un grand nombre de petits grains de phosphate disséminés dans la masse.

Or, le phosphate s'est trouvé isolé en certains points et tapisse l'intérieur des poches creusées dans la craie : c'est là ce que M. Merle a découvert en 1886. Ce fait était à peine divulgué que les acheteurs arrivaient en foule, et bientôt les terrains phosphatés atteignaient des prix très élevés. C'est qu'en effet ce gisement offrait une richesse et une facilité d'exploitation vraiment uniques. Le sable phosphaté, sur le point où il fut d'abord découvert, et où il était exploité depuis longtemps pour la fabrication des briques, dépassait le titre de 80 % de phosphate, et se présentait en coupe de 16^m de hauteur, obtenue, il est vrai, un peu artificiellement. M. Merle n'a, si je suis bien renseigné, pu tirer aucun parti pécuniaire de son importante trouvaille qui représentait pourtant une fortune princière.

Bientôt d'ailleurs de nouvelles découvertes furent faites. Une carrière de sable semblable à celui de Beauval était exploitée à Orville (Pas-de-Calais); on ne tarda pas à s'en apercevoir. Puis des sondages montrèrent que le phosphate s'étendait autour de ces

(1) Buteux, *Esquisse géologique du département de la Somme*, 1849.

(2) De Mercey, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2^e série. T. XX, p. 635-636, 1853 et *Mém. Soc. Linnéenne du Nord de la France*, T. I, p. 446, 1867.

deux premiers centres beaucoup plus loin qu'on ne le croyait d'abord. C'est ainsi qu'au sud et à l'ouest de Beauval et d'Orville de nouveaux gisements furent reconnus. Enfin, on retrouva du phosphate à l'est de Terramesnil, puis entre Beauquesne, Raincheval et Puchevillers. En continuant vers le S. E., on constata encore sa présence à Toutencourt, puis à Ribémont; enfin, toute la rive droite de la Somme, vers Curlu, Vaux-l'Eclusier, Bray-sur-Somme renferme de puissantes assises de craie phosphatée; mais plus on s'avance vers le S. E., moins les gisements sont riches en phosphate sableux séparé.

Ayant pu suivre les exploitations depuis leur origine, j'ai voulu recueillir le plus possible de documents relatifs à ces gisements qui seront bientôt épuisés et dont il ne restera plus aucune trace, les carrières étant comblées au fur et à mesure de l'extraction par des déblais confondus. Je ne me suis pas borné d'ailleurs à l'étude des terrains phosphatés; j'ai cherché aussi à reconnaître les particularités des terrains qui les avoisinent et dont l'examen comparatif me semble devoir contribuer à la solution des problèmes qui se trouvent posés.

La région que j'ai plus particulièrement étudiée est limitée à Doullens, Beauval, Orville, Beauquesne et Terramesnil, avec une annexe vers Raincheval et Puchevillers.

§ 2. — SUCCESSION DES TERRAINS CRÉTACÉS

Le sous-sol est entièrement constitué par l'étage sénonien qui débute vers l'altitude de 70^m.

A. Vers cette altitude, se trouve la base de la craie à *Micraster cortestudinarium*, puissante d'environ 20^m. Les bancs inférieurs sont durs et noduleux, coupés de nombreux lits de silex et relativement riches en fossiles; ces caractères vont en s'atténuant à mesure qu'on s'élève.

B. On arrive ainsi à une craie blanche, tendre, traçante, sans silex ni fossiles, puissante d'environ 10^m. Elle occupe la place de la craie à *Micraster coranguinum*. Toutefois, pour ne rien préjuger en l'absence de preuves directes, je l'appellerai *craie blanche inférieure* (par rapport à la craie grise).

C. La craie grise, à *Belemnitella quadrata*, est séparée de l'assise précédente, par une petite couche noduleuse de phosphate riche. La puissance totale varie de 6^m à 25^m.

D. Au dessus, on retrouve une craie blanche tendre, traçante, sans fossiles, mais coupée de lits de silex. Rien autre chose que

sa position ne permet de se prononcer sur son âge. Pourtant, si dans la région considérée elle n'existe qu'à l'état de lambeaux épars, de faible puissance, et tout à fait disloqués, il semble que dans le sud elle acquière plus d'importance. A défaut de détermination plus précise, je l'appellerai *craie blanche supérieure*, (par rapport à la craie grise).

§ 3. — LES POCHES DE LA CRAIE

Quelle que soit l'assise de craie qui affleure sur les plateaux, elle est creusée de poches profondes : ces poches se touchent et souvent même se coupent : leur centre se trouve très régulièrement déterminé par la rencontre de deux ou d'un plus grand nombre de *diaclasses*, dont on peut suivre les joints à la surface de la craie mise à nu par l'exploitation. J'ai pu ainsi compter dix poches, dont plusieurs très importantes, échelonnées sur une même diacalse rectiligne, dirigée à 160° (1), mise à découvert sur une longueur de 100 mètres environ. De pareils exemples se rencontrent fréquemment.

La forme des poches est assez variable. On peut dire qu'elle est comprise entre deux types extrêmes, le premier évasé, sorte de large entonnoir à génératures courbes, comme le montre la fig. 5, Pl. VII ; le second, cylindrique, en puits profond ; dont la profondeur atteint et dépasse sept fois le diamètre. L'axe du cylindre est généralement vertical, parfois légèrement incliné. Les fig. 2A et c, Pl. VII montrent ces deux variétés ; les autres figures correspondent à des cas intermédiaires. Quand l'une des diaclasses est très importante, la section de la poche s'allonge dans cette direction.

Un point important à remarquer, c'est que, dans une même localité, toutes les poches se rapprochent d'un type déterminé : les plus évasées se rencontrent près de l'ancienne église de Beauval ; les plus étroites aux Champs d'argent, près d'Orville. Dans un cas comme dans l'autre, la profondeur des poches est habituellement inférieure à 20^m ; mais dans le second, elle atteint exceptionnellement 35^m.

On ne peut s'empêcher d'être frappé de l'aspect que présente la craie grise quand l'exploitation est faite et n'a pas été remblayée. Les poches se coupant le plus souvent, il reste une forêt de clochers aigus, de forme triangulaire, dont la physionomie rappelle en petit certains paysages des calcaires jurassiques de l'Aveyron, par exemple Montpellier le Vieux (2).

(1) Angle mesuré à partir du nord, vers l'est.

(2) Martel, *Annuaire du Club alpin français*, 1884, p. 263.

§ 4. -- REMPLISSAGE DES POCHES ET TERRAINS SUPERFICIELS

Je prendrai un exemple régulier et complet que j'ai relevé à la Solette, à l'est de Terramesnil, et qui est représenté fig. 1, Pl. VII. La poche, de 16^m environ de profondeur, dont le bord supérieur, le collet, est dans la craie blanche, traverse complètement la craie grise, qui, en ce point, n'a que 8^m de puissance, et pénètre dans la craie blanche inférieure. Le remplissage de cette cavité se compose, en allant de bas en haut, et de la circonférence au centre, des couches suivantes :

a. Au contact de la craie blanche inférieure, on remarque un mince *enduit noirâtre*, d'autant plus épais que la craie est creusée plus profondément.

b. A l'intérieur, vient la couche de *sable phosphaté*, dont les grains sont identiques à ceux qu'on peut isoler de la craie grise, et seulement un peu jaunis par des infiltrations argileuses. Cette couche ne dépasse pas le niveau supérieur de la craie grise. Sa puissance est variable.

c. Vient ensuite une *argile d'un brun presque noir*, remplie de silex intacts, de dimension médiocre, et dont la patine blanche est recouverte d'un mince enduit noir et brillant. Epaisseur environ 0^m50.

d. Seconde couche d'*argile à silex* beaucoup plus gros. Sa couleur est d'un *rouge* assez vif. Aucun enduit adhérent ne recouvre la patine blanche des silex. Epaisseur environ 1^m50.

e. La cavité est presque entièrement remplie par une *argile sableuse*, ne contenant qu'exceptionnellement quelques minces esquilles de silex : sa couleur, généralement rouge, varie jusqu'au gris presque blanc.

f. Au dessus se trouve le *bief à silex cassés*, nettement séparé en deux couches par de l'argile ne contenant que des silex beaucoup plus rares. La couche inférieure a fléchi beaucoup plus que la supérieure au dessus du centre des poches.

g. Le tout est recouvert par le *limon des plateaux*, qui nivelle le terrain, et dont la surface constitue la terre végétale.

§ 5. — ACCIDENTS.

J'ai choisi comme exemples les coupes où la régularité n'était pas altérée par des phénomènes subséquents ; mais il arrive très souvent que des remaniements et des glissements se sont produits, et

on pourrait presque dire que cette irrégularité est la règle. Au premier abord, on ne remarque alors qu'une confusion complète entre les différents terrains superficiels que je viens d'énumérer, et il serait difficile de débrouiller ce chaos, si quelques coupes ne s'étaient conservées intactes, et si leur étude ne permettait ensuite de se retrouver au milieu des terrains les plus complexes.

Les surfaces suivant lesquelles ont eu lieu des glissements sont polies comme les miroirs des failles, et dans le joint s'est introduite une glaise d'un noir bleuâtre, imperméable et plastique, de telle sorte que le mouvement ne demande qu'à continuer suivant le même plan dès que vient à manquer le point d'appui. Ces *glissoires*, comme les appellent les ouvriers, sont très redoutées dans les chantiers, car elles constituent une des difficultés et un des dangers de l'exploitation.

Dans cet ensemble de terrains plastiques, des compressions latérales, des plissements anormaux, des refoulements se sont produits. Provoqués par l'approfondissement des poches, ces mouvements ne se propagent pas plus bas que leur orifice. Le sable phosphaté, assez solide et bien appuyé sur la craie y a généralement échappé.

Il faut tenir compte aussi des érosions et des transports que les eaux sauvages ont effectués sur les pentes naissantes, au cours même de la période de creusement des poches. On trouvera différents exemples de tous ces accidents représentés, fig. 8, 12, 13 et 14, Pl. VII.

§ 6. — EXAMEN DES HYPOTHÈSES PROPOSÉES.

Après avoir résumé les faits aussi brièvement que possible, il convient de rechercher quelle en peut être l'interprétation, afin d'en faciliter ensuite l'exposition détaillée.

M. de Mercey (1), confondant en une seule cause la formation de la craie grise et l'isolement du phosphate, propose d'attribuer le tout à l'action de sources minérales qui se seraient fait jour au travers des fissures de la craie, à l'époque même de la *B. quadrata*, J'estime que cette manière de voir ne résiste pas à la discussion des faits, comme la suite de cette étude le montrera presque à chaque page. Je ne veux, dès à présent, que faire ressortir une grosse difficulté, qui réside en ce que, avant de venir au jour, les eaux phosphatées auraient dû traverser plusieurs centaines de mètres de craie, sans exercer sur elle aucune action, ce qui est contraire à

(1) De Mercey, *Bull. Soc. géol.*, 3^e série, T. XV, p. 719, 1887. — *C. R. Acad. T. CV.*, p. 1135, 5 déc. 1887.

tout ce que nous savons des réactions de l'acide phosphorique : c'est dans les couches calcaires inférieures que le phosphate se serait isolé dans ce cas.

M. Cornet (1), voulant expliquer l'accumulation d'une grande quantité de phosphate dans la craie grise, y voit le résultat d'amas de poissons en décomposition, comme il s'en forme encore, paraît-il, sur les côtes méridionales de l'Arabie. Cette hypothèse ne me paraît pas pouvoir se concilier avec la composition chimique, et la forme des grains du phosphate.

Il en est de même de l'hypothèse de M. Ortlieb (2) qui attribue au phosphate de la craie grise (de Mons) une origine analogue à celle du guano.

A mon avis, la question doit se partager en deux :

1^o Origine de la craie grise ;

2^o Séparation du sable phosphaté.

On verra par la suite que la craie grise est un dépôt marin qui a dû se former tel qu'il est encore aujourd'hui. Comme la connaissance de la plupart des particularités de ce dépôt et des terrains qui l'avoisinent me paraît nécessaire pour en comprendre l'origine telle que je la conçois, j'en rejeterai l'exposé à la fin de cette étude, admettant d'abord l'existence de ce banc de craie phosphatée comme un fait, au même titre que celle de la craie blanche ordinaire.

Quant à l'isolement du sable phosphaté, je me rallie à l'opinion la plus simple (3), que j'ai déjà plusieurs fois défendue (4), et qui consiste à faire intervenir seulement les eaux météoriques, pour expliquer la dissolution de la craie, phosphatée ou non, et la séparation à sa surface des substances insolubles qu'elle contenait. On ne rencontre, comme on le verra, aucune difficulté dans l'application de cette hypothèse, qui exige seulement l'action des causes actuelles exagérées peut-être dans leur puissance à certaines époques.

(1) Cornet, *Bull. Acad. royale de Belgique*, 3^e série, T. XI, n^o 6, 1886. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, T. XIV, 1887.

(2) Ortlieb, *Ann. Soc. géol. du Nord*, T. XVI, p. 270.

(3) Dieulafoy, Stanislas Meunier, *C. R. Acad.*, T. CIII, p. 639, 11 oct. 1886. — Id. CVI, p. 207, 16 janvier 1888.

(4) *Bull. Soc. des Ing. civils*, sept. 1887. — *Annales des Sciences géologiques*, 1889. — *Congrès Soc. Sav.* 1888.

CHAPITRE II

Assises de craie inférieures à la craie grise

§ 1. — ASSISES INFÉRIEURES AU *Micraster cortestudinarium*

Le fond des vallées est le plus souvent revêtu de placages argileux, des terres à briques, qui se relèvent un peu le long des versants et masquent ainsi les premières assises de craie. Au dessous, on trouve des bancs de cailloux roulés qui prennent une certaine puissance à la gare de Doullens, et ont été mis en évidence par les récents travaux qui y ont été faits. On a trouvé dans la couche supérieure quelques ossements de gros mammifères, mal conservés.

La craie qui se trouve à une altitude inférieure à 70^m ne m'est connue que par quelques affleurements peu étendus, qui correspondent à des relèvements locaux dont le plus important se trouve vers Freschevillers, et surtout par quelques sondages pour puits. Je n'y ai point trouvé de fossiles. Mais comme cette craie marneuse coupée d'argile blanche me paraît identique à celle qui affleure dans la vallée de l'Authie en aval de Doullens et qui est notée comme turonienne (1), il me semble qu'on peut lui attribuer cette dénomination, justifiée d'ailleurs par sa position.

Dans les sondages pour puits, quand on est parvenu à l'altitude de 30 ou 33^m, on rencontre un niveau d'eau important qui coule dans un banc de galets de 1^m et plus de puissance : cette nappe est un peu artésienne et remonte dans les puits jusque vers l'altitude de 50 à 55^m. J'aurai plus loin à revenir sur ces faits. Le fond des vallées, occupé par des tourbières ou des alluvions récentes (2), est à l'altitude de 55 à 65^m, de Doullens à Orville.

§ 2. — CRAIE à *Micraster cortestudinarium* (A)

La base de cet étage, abstraction faite de quelques ondulations, se tient vers l'altitude de 70^m, et est le plus souvent masquée par les placages dont j'ai parlé. De Doullens à Orville, plusieurs carrières

(1) *Carte géologique détaillée*, Fuchs et Clérault.

(2) J'ai observé récemment dans la vallée de la Grouche, à quelques kilomètres au nord de Doullens, un travertin coupé de couches sableuses renfermant des fossiles terrestres et d'eau douce et des empreintes de végétaux.

(Note ajoutée par l'auteur pendant l'impression).

permettent d'en faire l'étude. A la base, les lits de silex noirs à patine blanche sont assez serrés et vont en s'éclaircissant à mesure qu'on s'élève. La craie des bancs inférieurs est durcie et noduleuse. Sa masse est perforée plus ou moins profondément, et cette partie est séparée des bancs supérieurs par une surface irrégulière, durcie et jaunie. Ailleurs, on remarque au même niveau un lit onduleux de craie marneuse feuilletée horizontalement. Ces deux accidents sont les témoins d'un arrêt dans la sédimentation, mais ne démontrent pas une lacune importante, car ils ne correspondent pas à une variation de la faune.

La craie de cet étage est du carbonate de chaux presque pur. Elle laisse, à l'attaque par les acides faibles, un résidu pesant environ 2 %, facilement separable par lévigation en sable et en argile légère où domine le sesquioxyde de fer et qui contient aussi des matières organiques.

J'ai cherché à la déliter avec précaution au sein de l'eau et à traiter par lévigation le produit ainsi obtenu : je n'ai pas pu y reconnaître autre chose que de petits grains irréguliers, semi-hyalins, de carbonate de chaux.

Mais si on traite les parties sableuses par de l'acide acétique faible, et qu'on examine le résidu au microscope, on voit apparaître des grains de nature variée qui, auparavant, étaient trop disséminés pour être aperçus. On peut les classer de la manière suivante :

1^o Des minéraux d'origine évidemment étrangère à la craie, tels que des filaments d'amiante, un minéral noir clivable ressemblant à l'augite, de la pyrite *jaune*, du quartz hyalin, le tout en fragments de moins de 1/20 de millimètre de diamètre. Tous ces minéraux, dont la liste s'accroîtrait sans doute à mesure qu'on étudierait un plus grand nombre d'échantillons, étaient maintenus en suspension dans la mer de la craie où des courants avaient pu les amener de localités diverses et éloignées, en raison de leur petit volume ; ils sont d'ailleurs très peu abondants.

2^o Des minéraux qui paraissent s'être formés dans la craie même, tels que des concrétions siliceuses de formes profondément cariées ; d'autres lisses présentant les reflets irisés de l'opale. Mais je veux surtout attirer l'attention sur le minéral le plus abondant, qui se présente en fragments anguleux, paraissant tendre parfois vers des formes cristallines, d'éclat résineux, de coloration brun clair : c'est un silicate d'alumine potassique et hydraté, mélangé d'oxyde de fer, que nous retrouverons souvent. Son abondance, la grosseur de ses grains relativement à ceux du premier groupe, leur uniformité, me paraissent dénoter une origine locale. Ce minéral me semble s'être

formé à l'époque même du dépôt de la craie, pendant que la silice caverneuse, de même que les silex, a pu s'isoler postérieurement.

3^o Des formes dont l'origine organique est évidente : sphérules, ovules plus ou moins allongés, bâtonnets, etc., semblables aux formes que nous trouverons plus abondamment développées dans les couches phosphatées. Plusieurs sont des foraminifères qui sont transformés soit en silice hydratée, tantôt colorée en vert clair, tantôt à reflets nacrés comme l'opale, soit en phosphate de chaux.

En dehors des silex, la craie contient des concrétions de diverse nature, notamment de la pyrite blanche plus ou moins profondément oxydée. Mais j'appelle surtout l'attention sur les concrétions des couches les plus basses : elles sont de deux sortes ; les unes jaunâtres, diffuses, sont magnésiennes ; les autres, beaucoup plus petites, très nettement délimitées, grises, souvent recouvertes d'un léger enduit brillant, sont riches en phosphate de chaux. Ce sont de véritables nodules tout à fait analogues à ceux que nous retrouverons beaucoup mieux développés dans la craie grise. Ces rognons sont assez rares, au moins dans les carrières que j'ai explorées et je n'ai pas pu en réunir une quantité suffisante pour en faire l'analyse complète. Mais ce que j'ai observé suffit peut être pour mettre d'accord deux opinions inverses publiées récemment dans les comptes rendus de l'Académie (1) au sujet de la nature des rognons trouvés dans la craie : leur composition est en réalité fort diverse.

Les fossiles sont beaucoup plus abondants à la base de l'étage ; mais la faune se conserve la même du bas en haut ; c'est encore le *M. cortestudinarium* qu'on rencontre dans les couches fossilifères les plus élevées.

Je citerai les espèces suivantes que j'ai pu déterminer grâce à l'obligeance de MM. Douvillé et Munier-Chalmas que je remercie ici bien sincèrement.

Crustacé indéterminé ; divers Peurotomaires mal conservés ; *Inoceramus Lamarki* Park. ; *In. Mantelli* de Mercey (cette espèce conformément à des observations déjà faites par MM. Hébert et de Mercey atteint souvent une très grande taille qui dépasse 1^m, mais elle est toujours brisée) ; *Lima Hoperi* Desh. ; *Spondylus spinosus* Desh. (type de petite taille, à côtes inégales) ; *Ostrea semiplana* Sow. ; *Rhynchonella Cuvieri* d'Orb. ; *Rh. octoplicata* Fisch. ; *Rh. limbata* Fauj. ; *Terebratula semiglobosa* Sow. ; *Ter. carnea* Sow. ; *Micraster cortestudinarium* Goldf. ; et sa variété *gibbus* Agass. ; *Ananchytes*

(1) L. Cayeux, *C. R. Acad. T. CX*, p. 304 ; et H. Boursault, *C. R. Acad., T. CX*, p. 733.

450 LASNE. — TERRAINS PHOSPHATÉS DES ENVIRONS DE DOULLENS 2 juin
vulgaris Cott. et ses variétés *gibba* Lamk.; et *carinata* Agass.;
Offaster pilula Ag.; divers spongiaires et des serpules.

§ 3. — CRAIE BLANCHE INFÉRIEURE A LA CRAIE GRISE (B).

Au-dessus de la craie à *M. cortestudinarium*, on trouve des assises puissantes de 10^m environ d'une craie blanche, relativement pure, tendre et traçante. Ces assises ne contiennent pas de silex et diffèrent encore de la série précédente par leur aspect plus homogène et plus blanc, et surtout parce qu'elles contiennent du bioxyde de manganèse en proportion notable. Les assises fossilifères étant surtout ferrugineuses, il y a là un certain contraste qu'il est important de noter, parce que nous le retrouverons en ordre inverse, au-dessus de la craie phosphatée.

Cette craie délitée donne lieu aux mêmes observations que la craie à *M. cortestudinarium*. Le résidu de l'attaque par les acides faibles est moins abondant et contient moins de sable et de particules reconnaissables; toutefois, les grains anguleux à éclat résineux en constituent encore la plus grande partie; mais leur coloration devient plus noirâtre. L'argile est fortement colorée en noir par du bioxyde de manganèse, qui forme, d'ailleurs, de nombreuses dendrites sur les parois des fissures naturelles de la roche. Les fossiles sont très rares à ce niveau: il m'a été impossible de recueillir rien de caractéristique. Quelques fragments de grands inocérames et des débris de térébratules, voilà tout ce que j'ai rencontré jusqu'ici.

La position de cette assise entre la craie à *M. cortestudinarium* et la craie grise à *B. quadrata*, tend à en faire la craie à *M. coranguinum*. Néanmoins en l'absence de preuves directes, je l'appellerai *craie blanche inférieure* (par rapport à la craie grise). Il sera sans doute possible, en étendant les études vers le sud, de relier cette couche à la craie à *M. coranguinum* des environs d'Amiens.

Voici quelques déterminations faites sur un échantillon moyen de cette roche.

Densité apparente.	1.79
Résidu insoluble dans l'ac. acétique.	2.29 %
» » » chlorhydrique.	1.71 %
Acide phosphorique p. 1000	1.47

CHAPITRE III

Craie grise et Phosphate

§ 1. — CRAIE GRISE

Le niveau à *Belemnitella quadrata* est entièrement constitué d'une roche à pâte blanche, semée d'une multitude de petits grains phosphatés, dont la couleur brune donne à l'ensemble une teinte plus ou moins foncée : d'où le nom de *craie grise* donné à cette roche.

L'étage débute par une couche mince, dure, noduleuse, entièrement composée de phosphate riche : le titre s'élève souvent au-dessus de 80 % de phosphate tribasique (1). Parfois ces nodules se soudent et on observe alors un banc de 5 à 10 centimètres d'épaisseur dont la constitution est tout à fait évidente : c'est un enchevêtrement de serpules, empâtées dans du phosphate, et ayant emprisonné des spongiaires et des tests de coquilles. La surface est recouverte d'un mince vernis à reflets irisés.

Au dessus se succèdent des assises de craie grise d'épaisseur variable de 0^m30 à 2^m00. La puissance totale de l'étage, réduite parfois à 6^m (Terramesnil) s'élève ailleurs à 25^m (Orville, les Champs d'argent). Ordinairement, elle varie de 10^m à 15^m.

Il arrive souvent que les bancs sont séparés par une petite couche de nodules semblables à ceux de la base, mais plus petits qu'eux ; parfois encore, s'interpose entre eux une mince couche de phosphate sableux séparé.

La teneur de la craie en phosphate est très variable. Certaines parties dosent jusqu'à 50 % de phosphate : les petits grains phosphatés y sont presque contigus ; d'autres, au contraire, descendent au-dessous de 10 %. La plupart des dosages se tiennent entre 20 et 35 %. On ne retrouve pas la richesse identique à elle-même dans une même assise ; elle varie parfois sur de faibles distances. Le seul fait général qui semble se dégager, c'est que cette richesse va en diminuant de la base au sommet de l'étage ; mais cela sans régularité et avec bien des exceptions.

On rencontre disséminés dans la masse, mais en faible proportion, de petits nodules à surface vernissée analogues à ceux que j'ai déjà décrits ; mais il ne s'y trouve aucun silex.

On peut remarquer sur certains échantillons une structure zonée

(1) Voir les analyses page 453.

horizontalement par des petites couches diffuses, alternativement plus riches et plus pauvres en grains phosphatés.

L'assise supérieure de l'étage présente souvent des modifications singulières. C'est ainsi qu'aux Champs d'argent, près d'Orville, la roche est constituée de petites écailles de carbonate de chaux enchevêtrées de manière à former une roche très légère : on dirait, au premier abord, un agrégat de coquilles brisées; mais un examen attentif montre qu'il n'en est rien. Les grains de phosphate s'y trouvent disséminés. La même disposition se retrouve plus complète à Dreuil Hamel, près Hallencourt. A Beauval, près de l'ancienne église, on observe à ce même niveau un banc de craie blanche, tendre et traçante, perforé sur toute son épaisseur, qui atteint 1^m, de trous de 1^{cm} de diamètre environ, s'anastomosant souvent entre eux : l'intérieur est rempli de grains phosphatés très riches, agglomérés en forme de cylindre noueux, revêtu d'une mince couche siliceuse, fig. 5, Pl. VII.

La série se termine par une couche plus ou moins épaisse de phosphate séparé, qui, à première vue, ne diffère pas du phosphate des poches. On peut remarquer, néanmoins, que là où ce sable est encore recouvert de craie blanche supérieure, il est le plus souvent aggloméré sous forme de grès, et que les fossiles qu'il renferme sont peu altérés. Voir fig. 4-5, Pl. VII. Là où la dissolution a enlevé la craie blanche, on peut encore le distinguer du phosphate des poches, sur lequel il s'appuie, à quelques veinules argileuses qu'il renferme. Voir fig. 5, Pl. VII. Cette couche n'existe pas partout : elle me paraît avoir été séparée de la craie grise par dissolution au fond d'une mer peu profonde; les courants ont alors charrié ce sable, dénudé certaines parties, et formé dans d'autres points des bancs de plusieurs mètres d'épaisseur. On trouve dans ce fait l'explication de la puissance exceptionnelle de la couche de phosphate en certains endroits, comme, par exemple, auprès de l'ancienne église de Beauval.

Il ne me paraîtrait pas légitime de conclure à cause de ce fait qu'une lacune importante correspond au sommet de la craie grise; le banc noduleux de la base ne me semble pas avoir non plus cette signification : ce sont des lacunes assurément; mais rien ne prouve qu'elles ont été de longue durée relative, puisque nous en voyons de semblables intercalées parmi les assises de craie grise, entre lesquelles il y a de bas en haut identité complète, minéralogique et paléontologique.

Quand on délite avec ménagement la craie grise au sein de l'eau, et qu'on soumet le produit à la lévigation, la partie légère est entiè-

rement constituée de la pâte de craie blanche, laquelle est *complètement exempte de phosphate*. Il reste les grains de phosphate que je décrirai en détail, mélangés à des grains de calcaire durci et à quelques grains siliceux, d'éclat résineux, semblables à ceux qu'on rencontre dans la craie blanche. Le résidu qui résiste à la lévigation pesant près des $\frac{2}{3}$ du poids primitif, on ne parvient pas par ce moyen à un enrichissement comparable à celui qui a formé le phosphate des poches : d'autres phénomènes y ont concouru.

La craie grise est assez riche en fossiles :

Fragment de mâchoire d'un *Mosasaurus* sp.; dents de *Ptychodus mamillaris* Ag.; *Saurocephalus lanciformis* Harlan; *Otodus appendiculatus* Ag.; *Otodus latus* Ag.; *Galeocercus minor* Ag.; *Gal. denticulatus* Ag.; *Lamna Bronnii* Ag.; *Lamna (Oxyrhina?) raphiodon* Ag.; *Oxyrhina Mantelli* Ag.; *Corax pristodontus* Ag.; *Belemnitella quadrata* d'Orb.; *Bel. mucronata* d'Orb. (rare); quelques pleurotomaires indéterminés; *Inoceramus Mantelli* de Mercey; *Ostrea semiplana* Sow.; *O. vesicularis* Lamk. (petite); *O. frons* Park.; *Spondylus spinosus* Desh., variété plus grande à côtes égales; *Rhynchonella octoplicata* d'Orb.; *Rh. limbata* Fauj.; *Terebratulina* cf. *DeFrancei*, Brug.; *Ananchytes vulgaris* Cott., et ses variétés *gibba* Lk. et *carinata* Defr.; *Micraster* cf. *Heberti*; *Hemiaster* sp.; *Offaster pilula* Ag.; anatifes, spongiaires, serpules, polypiers.

Les grains de phosphate, qu'on peut isoler par lévigation de la craie, mériteraient incontestablement une étude complète : tous me paraissent dériver d'organismes très petits. La dimension de ces grains ne dépasse pas 2 à 3 dixièmes de millimètre. L'examen microscopique montre d'abord de nombreux sphérules un peu irréguliers. M. St. Meunier, qui en a étudié des coupes minces (1), a montré qu'ils étaient constitués d'une enveloppe de phosphate cristallin, à disposition radiée, entourant le plus souvent un noyau de craie pulvérulente. M. Termier (2) a confirmé ces observations.

En dehors des corps, presque sphériques, qui sont les plus abondants, on distingue des cylindres terminés par des calottes ellipsoïdales, des bâtonnets, parfois un peu renflés et terminés en pointe aiguë, ce qui les fait ressembler à de minuscules bélemnites. Les plus gros deviennent ovoïdes et parfois réniformes. Ces différentes formes me paraissent dériver d'organismes, peut-être d'algues primitivement calcaires.

On trouve en effet assez abondamment des formes dont la déter-

(1) *C. R. Acad. T. CIII, p. 639 et T. CVI, p. 217.*

(2) Dans Olry. *Le Phosphate de chaux*, etc., p. 51. Masson, 1889.

mination n'est pas douteuse : ce sont des foraminifères (1), que M. Schlumberger, qui a bien voulu les examiner, rapporte aux genres *Globigerina*, *Textularia*, *Cristellaria*, *Rotalia*.

Tous ces corps sont parfaitement lisses à éclat mat et parfois un peu nacré. Les foraminifères ne me paraissent nullement agglutinants. Ils sont lisses, quelques uns ornés de fines stries. Les corps sphériques ou cylindriques ont souvent leur surface parsemée d'une ponctuation régulière.

Je donne ci-contre un tableau d'analyses de phosphates divers ; j'ai choisi pour l'analyse les échantillons les plus riches.

ANALYSE DES PHOSPHATES DES ENVIRONS DE DOULLENS

	1	2	3	4	5	6	7
Résidu insoluble.....	1.26	1.59	4.35	7.12	3.48	2.54	1.88
Eau et Mat. organique....	2.42	1.67	3.17	4.87	4.71	2.19	1.61
Acide phosphorique.....	38.76	33.25	31.33	33.01	33.77	37.21	24.43
» carbonique.....	1.66	2.43	7.13	2.75	4.03	1.78	15.53
» sulfurique (SO ³)..	0.32	0.21	1.27	0.82	1.13	0.07	0.96
Chaux.....	48.26	47.71	47.03	42.00	45.48	45.61	49.30
Magnésie.....	0.06	0.22	0.11	0.50	0.07	0.14	0.11
Alumine.....	0.22	0.13	»	0.29	0.48	0.17	0.54
Sesquioxyde de fer.....	0.47	1.08	0.43	1.98	0.82	3.51	1.46
Bioxyde de Manganèse...	»	»	»	Tr.	Tr.	0.25	»
Fluorure de Calcium.....	6.95	6.85	5.54	6.40	6.25	6.67	4.50
Chlorure de Calcium.....	»	»	»	Tr.	Tr.	Tr.	»
Total.	100.38	100.14	100.36	99.74	100.22	100.14	100.32
Poids spécifique.	3.034	3.062	2.910	2.927	2.952	3.088	2.901

1. — Phosphate riche de Beauval, près de la vieille église.

2. — » » d'Orville, au Rideau d'Halloy.

3. — » extrait de la craie grise par la lévigation et l'acide acétique faible. Orville les Champs d'argent.

4. — » extrait du phosphate pauvre d'Orville, les Champs de plumes, par lévigation.

5. — Couche noduleuse de la base de la craie grise contenant des serpules. Orville, la vallée Toussaint.

6. — Couche noduleuse de la base de la craie grise. Orville, le Rideau d'Halloy.

7. — Nodules disséminés dans la craie grise. Orville, les Champs de Plumes.

NOTA. — Toutes ces matières ont été préalablement desséchées sur l'acide sulfurique à la température ordinaire.

(1) St. Meunier. Loc. cit.

J'attire l'attention sur la composition de ces phosphates. Ces analyses montrent que si on calcule le rapport des acides (phosphorique, carbonique, sulfurique) aux bases (chaux et isomorphes), la saturation est exacte. Il n'entre donc pas de silicate de chaux dans la composition de ces phosphates. D'un autre côté, si on compare le fluorure de calcium à l'acide phosphorique, on trouve que les équivalents sont dans le rapport de 1 à 3, c'est-à-dire dans la même proportion que l'apatite.

Comme les phosphates sédimentaires du Lias, comme ceux du Gault, comme ceux des environs de Mons, les phosphates de la Somme sont donc des fluophosphates à composition définie : il convient de substituer scientifiquement le mot de *fluophosphate* à celui de phosphate, qui correspond à une idée incomplète.

§ 2. — SABLE PHOSPHATÉ (b).

1) Avant de passer à la description du fluophosphate séparé à l'état de sable, je crois utile de préciser en quelques mots l'action de l'eau chargée d'acide carbonique sur le carbonate et le fluophosphate de calcium.

L'action de ce liquide se porte d'abord sur le carbonate, mais le fluophosphate s'y dissout à son tour : il suffit que le liquide ne soit pas saturé de bicarbonate. J'ai fait agir sur des fluophosphates naturels de l'eau carboniquée qui en a dissous une proportion notable, quoique je n'aie pas pu prolonger l'expérience assez longtemps ni multiplier assez les points de contact pour approcher de la saturation. Avec de l'apatite cristalline même, l'action, quoique moitié plus lente qu'avec un fluophosphate sédimentaire, est encore très sensible.

5 litres d'eau chargée d'acide carbonique, laissée par fractions de 1 litre pendant 5 jours chacune au contact de 10 gr. de fluophosphate sédimentaire pulvérisé (Lias de l'Indre) et agités fréquemment pendant ce temps, ont dissous 0 gr. 0454 de fluophosphate.

La même expérience faite simultanément avec l'apatite du Canada a donné 0 gr. 0251 de fluophosphate dissous.

Comme l'action du réactif est loin d'être épuisée, on ne doit considérer ces chiffres que comme représentant proportionnellement la vitesse de dissolution pour une surface donnée en présence d'une quantité indéfinie de liquide.

En ordre inverse, quand l'acide carbonique se dégage pour une cause quelconque, le fluophosphate se dépose le premier, le carbonate ensuite; enfin, si on fait agir la solution sur du carbonate de

chaux, ce dernier se dissout en même temps que le fluophosphate se précipite.

2) L'identité du grain de fluophosphate séparé et de celui qui préexiste dans la craie grise est complète, quant à la forme extérieure : sa composition est aussi identique; comme on peut s'en assurer par la comparaison des analyses. Il arrive seulement que le grain de fluophosphate de la couche sableuse est légèrement attaqué à sa surface et un peu coloré en jaune par un léger dépôt argileux amené des couches supérieures.

Les fossiles qui persistent dans la couche de sable phosphaté sont les mêmes que ceux de la craie grise; mais la plupart ont disparu par dissolution. Les dents de squalé ont été préservées par leur émail; mais souvent l'intérieur a été dissous. Les bélemnites, partiellement sauvegardées par leur compacité, sont profondément altérées. On en trouve souvent dont une partie est encore engagée dans la craie : sur cette partie les fines granulations du test sont conservées, pendant que la partie qui émergeait dans le phosphate est fortement corrodée. Sur les huîtres qu'on rencontre exceptionnellement, cette corrosion a tracé dans l'émail des figures singulières, formant des courbes sinueuses parallèles. Les autres fossiles ont disparu.

Tout cela montre bien que le fluophosphate sableux dérive de la craie phosphatée par dissolution partielle. Mais bien d'autres preuves concourent à la même démonstration.

Quand le collet des poches s'ouvre dans la craie blanche supérieure, le sable phosphaté ne dépasse pas en hauteur le niveau de la craie grise. Les fig. 1, 3, 4 et 15, Pl. VII montrent des exemples de ce fait qui ne souffre pas d'exception.

A la partie inférieure, les poches pénètrent parfois jusqu'à la craie blanche: suivant la forme qu'elles présentent, les phénomènes peuvent différer. Quand elles sont largement évasées, le sable phosphaté a suivi le mouvement de descente générale; mais il a pu n'en pas toujours être ainsi quand elles sont étroites et cylindriques : il arrive quelquefois que le sable phosphaté se termine en biseau par le bas à la limite de la craie grise : c'est que lors de l'élargissement progressif de la fissure initiale, le sable phosphaté a été constamment maintenu appliqué contre la paroi de la craie, à mesure qu'elle reculait, par le remplissage incessant de sable siliceux que les eaux amenaient à l'intérieur, et n'a pas pu glisser. Il est resté au niveau même où il s'est séparé. Le glissement a quelquefois eu lieu, néanmoins, et il a produit alors des stries verticales ou au moins fortement inclinées qui sillonnent la surface

de la craie. Ces striés sont d'ailleurs rarement bien marquées; il faut y regarder de près pour les apercevoir et elles ne couvrent jamais que des surfaces de peu d'étendue. Les fig. 2, A et C, Pl. VII, montrent les exemples de ces deux circonstances différentes.

Ceci m'amène à dire un mot de la raison qui paraît déterminer la forme des poches, différentes d'une région à l'autre, semblables dans la même région : cette différence me paraît tenir à la façon plus ou moins complète dont a pu se faire le drainage des eaux de surface. S'il était assez lent pour que l'eau couvrit le sol, formant une sorte de marécage, il se produisait des poches évasées; si, au contraire, sa rapidité était suffisante pour que la surface fût à peu près asséchée et que le niveau de l'eau n'ait pu s'établir qu'à une certaine profondeur, les poches ont affecté la forme cylindrique.

La couche de sable phosphaté n'est pas uniforme dans toute son épaisseur : on peut y distinguer trois zones. L'intermédiaire, qui est de beaucoup la plus importante, est du fluophosphate pur; l'inférieure, au contact de la craie grise, contient de la craie en voie de décomposition et est apauvrie par un excès de carbonate de chaux; la supérieure, qui s'est partiellement dissoute, contient accumulées les matières argileuses et siliceuses que renfermait primitivement une couche plus épaisse, augmentées des matériaux entraînés par infiltration des couches argileuses supérieures. On trouve fréquemment dans cette couche des concrétions de nature diverse. Les unes siliceuses, en forme de plaquettes ou de rognons sphériques creux souvent perforés, sont constitués d'une sorte de grès; les autres sont ferrugineuses et de formes plus ou moins branchues.

Je dois encore signaler un fait, apparent surtout dans les poches évasées. Quand un lit de nodules s'interpose entre les bancs de craie grise, ce lit se retrouve dans le sable phosphaté et suit la dépression que la disparition du calcaire a causée. Je donne, fig. 5, Pl. VII, un exemple de ce fait qui se rencontre fréquemment. D'autres fois encore, c'est une petite veine ferrugineuse stratifiée qui traverse la craie et qu'on retrouve infléchie dans le sable phosphaté. Tous ces faits ne permettent pas de douter du mode de séparation de ce sable.

§ 3. — PHÉNOMÈNES PARTICULIERS

AU CONTACT DE LA CRAIE BLANCHE INFÉRIEURE

Il est arrivé sur plusieurs points que la craie grise a été complètement dissoute et que seul le fluophosphate qu'elle a abandonné témoigne de son existence antérieure. On peut suivre pas à pas la

succession du phénomène à Orville (le Rideau d'Halloy et la vallée Toussaint) et à l'ouest de Beauval (la Campagne). Le sable phosphaté se trouve directement au contact de la craie blanche inférieure.

La craie blanche est alors recouverte d'un enduit noir (a), formé par le résidu insoluble que contenait la partie dissoute : sa coloration est due à du bioxyde de manganèse.

Or, les eaux météoriques qui pénètrent jusqu'au phosphate sableux n'ont à traverser au-dessus que des terrains à peu près complètement décalcifiés et conservent toute leur puissance dissolvante. Dans la couche de phosphate, elles se saturent pour déposer un peu plus bas le phosphate ainsi entraîné et le substituer à la craie inférieure, qui se dissout à son tour, mais en proportion beaucoup plus considérable en abandonnant une argile noircie par du bioxyde de manganèse : telle est l'origine de l'enduit noir plus ou moins épais dont j'ai signalé l'interposition entre la craie blanche inférieure et le fluophosphate parvenu à son contact : dans ces conditions, cet enduit contient souvent 60 % de phosphate tribasique.

Cet effet se continuant, la couche de sable phosphaté diminue d'épaisseur ; mais la couche d'argile phosphatée augmente de manière à devenir d'une épaisseur comparable à celle de la couche riche ou même d'absorber complètement cette dernière. Cette couche de phosphate pauvre, dont le titre descend souvent au dessous de 40 %, est composée de feuillets alternativement de teinte plus ou moins foncée, suivant les alternances de composition des bancs de craie dissous. On assiste pas à pas à ces transformations successives au Rideau d'Halloy et dans la Vallée Toussaint, près d'Orville. Les fig. 10-11, Pl. VII en donnent une idée.

J'ai recherché à quelle profondeur l'acide phosphorique, dissous dans la couche de sable phosphaté, pénétrait dans la craie. Après avoir enlevé complètement l'enduit noir, j'ai trouvé, en creusant la craie, une première couche de 2 centimètres environ d'épaisseur, de consistance très friable, quoique sa couleur blanche fût inaltérée. J'en ai pris échantillon. J'ai pris un second échantillon de 5 centimètres d'épaisseur. Au-dessous, la craie ne m'a pas paru modifiée.

Le premier échantillon contenant 13.99 PhO^5 p. 1000

Le second » » 3.20 » »

La craie profonde » » 1.47 » »

On voit que la transformation de la craie sous l'influence de la dissolution phosphatée, ne s'étend pas au-delà de quelques centimètres.

C'est là un des modes de formation du phosphate pauvre : il en est un autre qui trouvera place au chapitre suivant.

Une transformation différente s'est produite sur les parties les plus élevées de la craie blanche inférieure, sur les têtes de poches : la surface s'est recouverte d'un phosphate d'un aspect tout différent : très dur, jaunâtre, de texture zonée, d'éclat un peu corné, ressemblant à certains échantillons du Quercy. Cet accident est toujours local, et revêt si peu d'importance comme quantité, que ces concrétions, difficiles d'ailleurs à séparer de la craie qui les supporte, n'ont pas été exploitées quoique leur titre soit élevé.

Mais la remarque peut avoir de l'importance pour d'autres formations, et la différence des deux modes de dépôt, dus originairement à la même cause, provoque quelques réflexions. Dans les premiers faits signalés, à la place du phosphate, le calcaire se dissout : c'est une simple substitution. Il n'en est pas de même dans le cas actuel, puisque le fluophosphate n'est pas souillé de l'argile que la craie aurait laissée comme résidu. Il s'est donc déposé sans qu'il y ait en ce point dissolution de la craie. La substitution a dû avoir lieu à distance, en vertu d'une sorte de mouvement moléculaire au sein du dissolvant : cela rappelle le dépôt des métaux par voie électrolytique.

Dans mon étude sur les phosphates du département de l'Indre, appartenant au Lias, j'avais déjà entrevu des faits analogues quoique moins nettement indiqués.

CHAPITRE IV

Craie blanche supérieure et terrains qui en dépendent

§ 1. — CRAIE BLANCHE SUPÉRIEURE (D).

La craie grise n'a pas été, dans cette région, le dernier dépôt de la période secondaire. On trouve au-dessus de nombreux lambeaux d'une craie blanche et traçante, respectés par la dissolution et formant, dans certaines localités, le sommet des cloisons qui séparent les poches. Dans le périmètre que j'ai étudié, ces lambeaux sont de peu d'importance et la plus grande puissance que j'aie observée ne dépasse pas 7 à 8 mètres. Il est facile de constater qu'on ne voit pas le sommet de l'étage qui, partout, a été atteint par la dissolution. Il paraît mieux conservé un peu plus au sud ; mais, jusqu'à présent, je n'ai pas eu l'occasion de l'y étudier en détail.

Les lambeaux conservés sont d'ailleurs peu cohérents, fendillés, injectés de veines argileuses. On y constate, néanmoins, la présence de lits de silex; ces silex sont gris-noirâtre; quelques-uns paraissant entiers se brisent facilement, suivant des cassures latentes avec dendrites de bioxyde de manganèse.

Je n'ai pas pu y découvrir de fossiles bien conservés; mais seulement quelques fragments de test paraissant provenir d'inocérames.

Il est donc difficile de se prononcer sur l'âge précis qu'on doit attribuer à cette roche. Nous avons vu, en effet, qu'elle est séparée de la craie grise par une lacune dont on ne peut fixer l'importance. Est-ce le sommet de l'étage à *B. quadrata* comme M. de Mercey l'a constaté à Breteuil (1), ou bien est-ce un étage plus élevé? Des recherches ultérieures permettront peut-être d'en décider. Dans l'incertitude, je l'ai appelé provisoirement *craie blanche supérieure* (par rapport à la craie grise).

La craie qui constitue ces assises est encore plus légère, plus blanche que celle qui est au-dessous de la craie grise; mais elle contient des silex, ce qui l'en différencie. L'examen microscopique du résidu de la lévigation, attaqué par l'acide acétique étendu, conduit exactement aux mêmes résultats. On y trouve de nombreux grains brun-noirâtre à éclat résineux de silicate d'alumine hydraté, et des foraminifères silicifiés et phosphatés; enfin des débris détritiques de divers minéraux, notamment de quartz et d'amiante. Le résidu argileux abandonné par la roche traitée par les acides faibles est fortement coloré en noir par du bioxyde de manganèse qui forme de nombreuses dendrites sur les parois des fissures. Ce résidu est identique avec la pâte de l'argile noire à silex dont je parlerai plus loin.

Voici quelques déterminations relatives à cette roche :

Densité apparente	1.42	
Résidu insoluble dans l'acide acétique . . .	2.42	p. 100.
» » » chlorhydrique . . .	0.71	»
Acide phosphorique	5.63	p. 1000.

Cette teneur en acide phosphorique ne me semble pas normale. La roche très fendillée a subi l'influence des couches phosphatées voisines; elle est en voie de transformation en phosphate pauvre d'après le mode que je décrirai plus loin.

Je crois pouvoir démontrer qu'un autre étage de craie blanche, plus puissant, surmontait le premier et qu'il a été complètement

(1) N. de Mercey. *Bull. Soc. Géol. de France*, 3^e Série, T. XV. p. 719.

dissous ; ce second étage était ferrugineux au lieu d'être manganésifère.

§ 2. — ARGILE A SILEX ENTIERS (*c* et *d*).

Cette argile tapisse les poches à l'intérieur du phosphate ; elle passe par dessus la craie blanche, quand cette dernière existe, au contraire du phosphate qui s'arrête à son niveau inférieur. Dans les poches évasées, elle suit toutes les inflexions ; mais dans les poches étroites, elle s'amincit sur les bords et se termine en biseau à une profondeur plus ou moins grande ; souvent, dans ce cas, un lambeau a glissé jusqu'au fond ; dans l'intervalle, on ne trouve que quelques rares silex disséminés aux bords du remplissage sableux intérieur. Il est clair que cela tient à ce que la couche, au fur et à mesure du creusement de la craie a dû s'étendre et par suite s'amincir au point de se percer vers le centre ; puis, ces bords amincis, refoulés par le sable mobile de remplissage, se sont tenus appliqués contre le phosphate sans pouvoir descendre autrement que par lambeaux irréguliers. (Fig. 2, A et C, Pl. VII).

Il est facile de remarquer que l'argile à silex se subdivise en deux couches parfaitement distinctes. L'inférieure est de l'*argile noire* (*c*).

Les silex ont leur patine blanche recouverte d'un mince enduit noir adhérent : ils sont, en général, assez petits et de formes relativement simples. Ces colorations sont dues au bioxyde de manganèse. Parfois, les silex se font rares et même disparaissent tout à fait.

Quand on soumet la pâte, débarrassée des silex, à la lévigation, on isole d'une argile ténue et noire des parties grossières de natures diverses. On remarque d'abord des rognons noirs, mame-lonnés, à éclat semi-métallique, de dureté médiocre. J'ai pu isoler une assez grande quantité de ces petits rognons pour en faire l'analyse complète, qui m'a fourni les résultats suivants (matière desséchée à l'exsiccateur) :

Résidu insoluble	39.84
Eau d'hydratation	16.66
Protoxyde de manganèse....	29.77
Oxygène combiné.....	5.14
Sesquioxyde de fer.....	7.40
Oxyde de cobalt.....	1.28
	100.09

La composition de l'oxyde de manganèse contenu dans ce minéral

est très voisine de $\text{Mn}^4 \text{O}^7 = \text{MnO}, 3 \text{MnO}^2$ (Le calcul donne 5.02 d'oxygène combiné).

J'attire l'attention sur la proportion relativement grande de cobalt qui s'y rencontre.

On trouve avec ce minéral, en grande abondance, des grains anguleux, bruns, translucides, à éclat résineux, de silicate d'alumine hydraté; puis des formes silicifiées, dont les unes sont des foraminifères, tout à fait analogues à ceux du phosphate et présentant des reflets d'opale, les autres paraissent être des pseudomorphoses de minéraux cristallisés, en particulier de gypse. On trouve encore des débris divers, tels que du quartz et quelques filaments d'amianté, semblables à ceux que j'ai signalés dans la craie.

En présence de l'identité complète de cette argile avec le résidu qu'on peut isoler de la craie, on ne peut se refuser à lui attribuer pour origine la dissolution des assises crétacées supérieures qui l'a abandonnée *en place*. La seule différence digne de remarque est que le manganèse, disséminé dans la craie, s'est réuni en petits rognons mamelonnés; parfois même il forme des blocs plus volumineux, mélangés, il est vrai, d'argile: j'en ai trouvé qui pesaient plusieurs kilogrammes. Ces concrétions s'expliquent facilement par des dissolutions et des précipitations partielles et successives, facilitées par des réductions et des oxydations simultanées, qui ont aussi produit la patine noire adhérente qui recouvre les silex. Il reste d'ailleurs beaucoup de manganèse disséminé dans la pâte argileuse à laquelle il communique sa teinte foncée.

Cette couche d'argile noire, là où elle n'a subi ni laminage ni compression latérale, présente une épaisseur de 0,^m50 environ. Or, si l'on tient compte des silex qui forment environ 1/4 de la masse, on arrive en combinant les chiffres donnés précédemment, à fixer à 25^m environ l'épaisseur de craie qui a dû se dissoudre pour abandonner cette couche d'argile.

La seconde couche est de l'*argile rouge (d)*, et son épaisseur atteint 1^m50. Les silex sont beaucoup plus gros que ceux de la couche inférieure; quelques formes sont singulières et rappellent le bois fossile. Aucun enduit adhérent ne masque leur patine blanche originelle.

La pâte, débarrassée des silex, est rouge vif, colorée par de l'oxyde de fer. On n'y trouve plus de manganèse. Si on la soumet à la lévigation, le résidu est en majeure partie composé de grains à éclat résineux de silicate d'alumine. Il s'y joint les mêmes minéraux accidentels que dans la craie, et des foraminifères silicifiés. Enfin,

quelques rares silex présentent des moules internes d'oursins, malheureusement trop mal conservés pour être déterminés spécifiquement. On peut reconnaître seulement que ce sont des ananchytes.

Cette argile suit très exactement l'allure de l'argile noire. Il ne me paraît pas possible de mettre en doute qu'elle provient de la dissolution *sur place* d'assises supérieures de craie aujourd'hui complètement disparues. En raisonnant par analogie, on est amené à attribuer à cet étage ferrugineux, au lieu d'être manganésifère, une puissance d'environ 75^m.

Cela donne donc un total de 100^m environ d'épaisseur de craie dissoute, dans les points où les assises supérieures avaient conservé leur intégralité, et n'avaient pas été démantelées à l'époque de l'émersion définitive des assises crétacées.

A mon avis, il n'y a pas lieu d'être surpris par cette conclusion et de la déclarer inacceptable, si on admet, comme je le montrerai, que le phénomène de dissolution de la craie n'a pas subi d'interruption (sur les points que j'ai en vue, bien entendu), depuis cette époque de l'émersion définitive.

L'eau des rivières qui prennent leur source dans les pays calcaires contient environ 0 gr. 20 de carbonate de chaux par litre. Si l'on tient compte de ce qu'une partie notable de l'eau qui tombe s'évapore sur le sol et, par suite, ne parvient pas aux rivières et aux nappes souterraines, faisant aussi entrer dans l'évaluation la densité apparente de la craie, on peut admettre qu'un dixième de millimètre d'épaisseur se dissout par chaque mètre de hauteur d'eau tombée. Actuellement, sur ces plateaux, cette hauteur dépasse 0^m70 par an, et comme tout démontre que les précipitations atmosphériques ont été exagérées aux époques antérieures, on admettra facilement une moyenne de 1 mètre depuis l'émersion de la craie. Cela correspond à la dissolution annuelle de 1 dixième de millimètre de craie.

Je rapproche ce chiffre des données analogues, basées sur d'autres calculs, fournies par M. de Lapparent à l'une des dernières séances. En l'admettant, on sera conduit à donner au phénomène une durée de 1 million d'années, qui ne paraît pas exagérée, pour mesurer le laps de temps qui nous sépare de la fin de la période crétacée. Inutile de dire que ce chiffre rond n'a aucune prétention à la précision, mais peut servir seulement à donner une idée de l'ordre de grandeur du temps écoulé.

Je ferai remarquer d'ailleurs que les poches ont souvent 20^m, et dépassent exceptionnellement 30^m de profondeur. Or la profon-

deur des poches n'est qu'une différence d'action en des points voisins, résultat du drainage plus facile, et par suite, du renouvellement plus actif des eaux superficielles. Je ne vois pas comment on pourrait refuser 100^m d'amplitude à un phénomène dont les différences atteignent du cinquième au quart de cette quantité.

§ 3. — PHOSPHATE PAUVRE SUPÉRIEUR

On trouve, intercalés dans l'argile à silex, des amas irréguliers d'argile phosphatée.

Le fluophosphate s'y rencontre à l'état de petits rognons blancs et friables, de 1 centimètre de diamètre au plus, rappelant tout à fait l'aspect de la craie, sauf que leur teinte est un peu plus mate; l'argile qui les empâte est sableuse et tout à fait semblable à celle de la couche correspondante; suivant son niveau, elle renferme ou non du bioxyde de manganèse.

La position de ces amas fait la lumière sur leur origine : c'est toujours au-dessus du sommet des cloisons qu'on les rencontre et dans le voisinage des localités où des têtes de craie blanche se sont conservées intactes. On reconnaît souvent, en examinant l'amas avec attention, qu'il est enveloppé à la partie supérieure par un manteau de glaise imperméable.

Il résulte évidemment de ces faits que c'est un stade de la dissolution de la craie auquel on assiste dans ce cas; nous avons vu que les têtes de craie blanche supérieure étaient toujours fendillées et souvent profondément cariées; souvent aussi elles s'entourent de cette même argile phosphatée. Un peu plus tard, ces blocs de carbonate de chaux, empâtés dans l'argile, ont continué à être soumis à la dissolution lente; mais dans les alternatives de sécheresse, l'eau, déjà parvenue au contact du sable phosphaté, et saturée de fluophosphate, a remonté par capillarité et substitué ce corps à la craie au contact de laquelle elle parvenait. Ce jeu, souvent renouvelé, a amené la transformation complète en fluophosphate des petits rognons de carbonate, dont la protection d'un manteau de glaise ou toute autre cause avait retardé la dissolution. On trouvera des exemples de ces faits dans les fig. 7 et 8, Pl. VII.

Il se peut encore qu'en certains points la craie blanche ait été amenée par un charriage au-dessus du phosphate, et ensuite ait subi la même transformation que je viens de décrire. (Fig. 6, Pl. VII).

Le même fait s'est produit dans l'Indre, où un banc de fossiles calcaires, situé à 1^m au-dessus du phosphate, s'est trouvé, par places, complètement transformé, au point que les bélemnites elles-mêmes sont revêtues d'un enduit phosphaté.

CHAPITRE V

Terrains de Transport

§ 1. SABLE ARGILEUX DE REMPLISSAGE (e).

Les poches sont presque entièrement remplies, à l'intérieur de l'argile à silex, par un sable argileux, cloisonné par de petites couches d'une glaise plastique d'un gris bleuâtre clair. Le sable lui-même est le plus souvent rouge vif, mais parfois sa couleur passe au gris et même au blanc presque pur.

Eu égard à la lenteur de l'approfondissement, on n'éprouve nulle difficulté à comprendre que ce sable, amené par les eaux à mesure du creusement, et constamment baigné, ait suivi tous les mouvements des parois, et même qu'il ait constamment exercé une pression de nature à appliquer contre elles et à maintenir en place le phosphate et les deux couches d'argile à silex. Au contraire de ces dernières, qui sont restées à la place même où elles se sont produites, le sable de remplissage a donc été transporté par les eaux; et suivant leurs alternatives d'abondance ou de tranquillité, la lévigation étant plus ou moins parfaite, le sable s'est trouvé pur, ou bien des veinules de glaise s'y sont intercalées.

Toutefois, il ne me paraît pas être venu de loin, car dans les localités où les érosions datant de l'émersion de la craie, et ayant pour ainsi dire raboté la surface et enlevé le sommet des plis, avaient mis dès l'origine la craie grise à découvert, le remplissage des poches s'est fait *en phosphate* qui était alors en effet la matière meuble que les eaux sauvages pouvaient entraîner au voisinage. Ainsi s'expliquent les amas exceptionnels qui, au rideau d'Halloy et dans la vallée Toussaint (Orville) font pendant à ceux de Beauval dus à une autre cause. Cette manière de voir est confirmée par ce fait qu'en ces points la craie grise a complètement ou presque complètement disparu. Elle s'est trouvée exposée, dès le commencement, à l'action dissolvante des eaux qui, plus loin, agissaient sur la craie blanche supérieure; comme confirmation, on peut remarquer qu'en ces points, l'argile à silex, noire ou rouge, fait défaut. (Fig. 14, Pl. VII).

En dehors des preuves qui résultent des observations déjà faites, il existe des preuves directes de la manière dont ce remplissage s'est formé. J'ai observé, fig. 2 B, Pl. VII, une lentille de sable grisâtre

qui sans doute s'était d'abord déposée horizontalement : elle s'était étirée dans le mouvement de descente, donnant une figure analogue à celles que M. Tresca a obtenues dans ses expériences sur l'écoulement des solides. Le contraste de sa couleur avec celle du sable rouge qui l'entourait rendait l'observation facile. De pareils faits peuvent se constater assez fréquemment.

Ailleurs il est arrivé que certaines parties de sable ont été cimentées et transformées en grès à surface mamelonnée : ce sont sans doute les analogues des grès lustrés ou ladères. Dans la fig. 11, Pl. VII, on voit ces fragments, qui semblent avoir formé d'abord une couche horizontale, entraînés par le mouvement de descente général.

Il n'y a pas le moindre reste fossile dans ce sable argileux. Il est évident d'ailleurs qu'ils n'auraient pas pu s'y conserver, à moins d'avoir été préalablement silicifiés, en raison des propriétés dissolvantes de l'eau qui l'a traversé pendant de longues périodes, puisque la formation de ce sable, commençant à l'émersion de la craie, se continue sans interruption jusqu'à l'époque du bief à silex cassés qui paraît quaternaire. Il comprend donc toute la durée des temps tertiaires, et si quelque reste fossile s'y trouvait conservé à la faveur de circonstances protectrices exceptionnelles, il ne serait pas légitime d'appliquer son âge précis à toute la formation, quelque homogène qu'elle paraisse.

Quand on examine avec attention ce sable, on y découvre quelques esquilles de silex, rares et petites. Si on soumet la masse à la lévigation, il reste, après élimination de l'argile, un sable présentant exactement les mêmes caractères que celui qu'on extrait de la craie par les acides faibles, ou des argiles à silex par lévigation. Sa partie dominante est formée des mêmes grains à éclat résineux que nous n'avons pas cessé de rencontrer depuis la craie à *M. cortestudinarium*. Ils sont si facilement reconnaissables qu'il n'y a pas d'erreur possible. Il est légitime d'en conclure que l'argile à silex provenant de la dissolution de la craie, le sable de remplissage dérive à son tour de la lévigation de l'argile à silex. Le sable ou la glaise se sont déposés tour à tour suivant la plus ou moins grande abondance des eaux. Certains points culminants d'ailleurs sont complètement dénudés. C'est un fait sur lequel il nous faudra revenir.

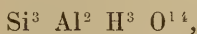
J'ai pu obtenir dans certains cas, par une lévigation méthodique du sable de remplissage, des fractionnements où le minéral à éclat résineux se trouvait à l'état de pureté presque complète : l'examen microscopique n'y montrait mélangés que quelques fragments de quartz, et de rares minéraux accidentels sem-

blables à ceux de la craie. D'ailleurs, il m'a été possible, par l'action ménagée de l'acide fluorhydrique étendu, de dissoudre complètement le minéral à éclat résineux sans attaquer d'une manière notable les autres minéraux. L'analyse m'a fourni, après dessiccation sur l'acide sulfurique, la composition suivante :

	Sable rouge	Sable blanc
Quartz.....	8.65	»
Silice (du silicate).....	41.55	53.64
Alumine.....	24.77	31.03
Sesquioxyde de fer.....	9.43	2.94
Chaux.....	1.23	»
Potasse.....	2.05	1.10
Eau combinée.....	12.97	12.01
	100.45	100.72

Le sesquioxyde de fer ne fait pas partie du minéral lui-même : il est interposé entre les lamelles cristallines, et se laisse dissoudre par l'acide chlorhydrique faible, sans que le minéral soit détruit. Il en est de même du bioxyde de manganèse qui, parfois, rend la teinte plus foncée. Je me suis assuré de ces faits en dosant l'eau combinée dans le résidu de l'attaque chlorhydrique : elle s'y trouve bien dans la proportion calculée, défalcation faite de l'eau combinée au sesquioxyde de fer hydraté. Ces particularités expliquent la formation du sable blanc par un remaniement multiple pendant lequel le sesquioxyde de fer a été entraîné en dissolution. Ce qui confirme ce fait, c'est que dans ce cas les parties les plus grosses sont presque uniquement composées de quartz, le silicate, moins dur, s'étant partiellement brisé.

Les analyses étant corrigées, en raison de ces différentes observations, on arrive à la composition :



formule dans laquelle le potassium peut remplacer partiellement l'hydrogène.

C'est donc un silicate d'alumine potassique et hydraté à proportions définies dans les mêmes limites que la plupart des silicates naturels, comme sa nature cristalline le faisait prévoir.

Pour terminer son histoire, je dirai qu'il se dissout sensiblement, quoique très lentement, dans une solution bouillante de carbonate de soude. La densité du sable blanc est 2,575.

Souvent ses grains *emprisonnent* des grains de quartz.

Ce minéral ne me paraît pas avoir encore été signalé. J'ai déjà

indiqué qu'il a dû se former dans la craie lors de son dépôt, et que dès lors il peut probablement servir à caractériser les terrains qui en dérivent. Je compte rechercher si ce minéral se rencontre généralement dans la craie, ou s'il est particulier à la région, enfin si sa présence se constate dans d'autres terrains calcaires, ce que je n'ai pas eu encore le loisir de faire.

A toute époque, en particulier à celle où nous arrivons, le sable rouge a toujours presque complètement nivelé le terrain, laissant seulement de faibles déclivités au-dessus du centre des poches.

§ 2. — BIEF A SILEX CASSÉS (f).

A la base de ce terrain se rencontrent, sporadiquement dispersés, de rares et petits amas de galets roulés, généralement de faible dimension, les plus gros atteignant exceptionnellement 5 centimètres. Parfois, ces amas de galets sont nettement séparés du bief à silex qui les recouvre : ils occupent alors le fond des déclivités que présente le sable de remplissage au-dessus du centre des poches. Mais plus fréquemment, ils sont remaniés et partiellement mélangés avec des silex cassés. Le tout est empâté de sable argileux, le même qui remplit les poches. Leur existence démontre un changement très grand dans le régime des eaux, puisque, à une période où elles ne transportaient que des matériaux de faible dimension, a succédé une époque où elles ont pu charrier et rouler des silex. D'ailleurs ces circonstances ne se sont pas prolongées, et bientôt un autre régime leur succède : c'est celui qui a formé le bief à silex cassés.

Ce terrain se sépare nettement en deux couches, qui, toutes deux, contiennent des silex en abondance :

Dans l'inférieure, plus puissante, les silex sont plus gros, et mélangés de sable rouge; les silex de la couche supérieure sont plus brisés et empâtés dans une argile brune semblable au limon des plateaux. Elles sont séparées par une couche argileuse où les silex sont beaucoup plus rares, et parfois tout à fait absents; cette couche participe à la base aux caractères du sable rouge, au sommet elle ressemble au limon des plateaux. Ce changement est progressif.

La distance des deux couches de bief à silex cassés est très variable, et, par suite, aussi la puissance de l'argile intermédiaire. Ces couches ont en effet partiellement suivi les inflexions des terrains sous-jacents; mais la couche inférieure a subi cet effet d'une manière beaucoup plus marquée, la couche supérieure n'offre au contraire que de faibles ondulations. Aussi, ces deux couches, venant presque au contact et se confondant en apparence au-dessus

des sommets de la craie, sont séparées sur la verticale du centre des poches par une couche argileuse à silex rares, dépassant parfois 2^m de puissance. Cela me paraît démontrer que les époques de formation de ces deux couches sont séparées par un intervalle pendant lequel le creusement des poches s'est continué.

J'ai fait, au sujet de la cause qui a cassé les silex, une observation qui confirme une opinion émise, je crois, par M. de Mercey. L'hiver dernier j'ai remarqué des silex entiers extraits la veille de l'argile noire ou rouge, éclatés pendant la nuit sous l'influence d'une température qui ne s'était pas abaissée au-dessous de — 7°. Les silex sortis depuis longtemps m'ont paru moins sujets à cet accident. La gelée suffit donc pour expliquer le bris du silex dans ces couches ; mais l'hypothèse d'un froid extrême n'est nullement nécessaire.

On ne parvient pas généralement à retrouver les morceaux d'un même silex dans les couches de bief à silex cassés : ils ont été disséminés. On trouve bien quelquefois des silex dont les morceaux sont contigus ; mais alors les faces des cassures ne sont pas recouvertes de l'épaisse patine blanche qu'on observe sur les morceaux isolés ; cependant une couche d'argile a pu pénétrer dans l'intervalle. Absorption faite des cassures, la forme extérieure des silex est la même que celle des silex entiers des argiles en place.

On est amené à faire dériver la formation de ces couches d'argile à silex des phénomènes qui ont caractérisé les débuts de l'époque quaternaire. D'abord, précipitations atmosphériques très abondantes qui ont eu pour effet de dénuder les sommets et de rouler quelques galets, bientôt suivies de l'établissement d'alternatives de froid qui ont modifié ces premières conditions. Par les dégels successifs, la boue superficielle, empâtant les silex des argiles séparées de la craie, a glissé sur des pentes même très faibles : ainsi peut s'expliquer l'éclatement des silex et le transport en masse de ces boues qui ont recouvert les terrains antérieurs.

Cette hypothèse, extension de celle de M. S. V. Wood (1) me paraît rendre compte des faits d'une manière satisfaisante. Les mêmes causes ont exercé à deux reprises leur action, séparées par une période de repos relatif.

Je rappelle à ce sujet que les points culminants sont dénudés : les environs de Beauquesne en montrent l'exemple. Ainsi, s'est étendue de part et d'autre de la ligne de faite une double couche irrégulière de bief à silex cassés.

(1) *Geol. Magazine*, 1882, p. 339-441, et de Lapparent, *Géologie*, p. 1091.

Dans la région dont je m'occupe, il ne s'est formé, au cours de la période tertiaire, aucun sédiment régulièrement stratifié : l'émersion n'a pas été interrompue. Mais là où il en est autrement, on comprend qu'on puisse trouver l'argile à silex entiers au dessous et le bief à silex cassés au dessus de ces sédiments. C'est je crois ce que M. Hébert avait observé à Bonnetable (1).

§ 3. LIMON DES PLATEAUX (g).

Ce limon argileux à fins éléments, coloré en brun jaunâtre, recouvre toutes les autres formations et comble les déclivités locales qu'elles présentent ; sa partie supérieure passe progressivement à la terre végétale. Il est composé des mêmes minéraux que les terrains qu'il recouvre, à cette différence près que le grain en est beaucoup plus fin, ce qui s'explique par les nombreux remaniements qu'il a subis.

Le fait le plus remarquable consiste en ce que c'est sur les points culminants, à Beauquesne et vers la ferme du Rosel, par exemple, qu'il atteint son maximum de puissance. A Beauquesne, en particulier, il recouvre directement la craie au contact de laquelle on rencontre à peine quelques silex. Les poches dont la craie a dû être creusée en ce point comme partout ailleurs ont été arasées, et les terrains laissés comme résidus enlevés. Sur la route de Beauquesne à Talmas, on peut observer dans une tranchée les surfaces longuement ondulées de la craie grise et de la craie blanche supérieure ; ni phosphate, ni argile à silex, mais seul le limon des plateaux leur est superposé. C'est de ces lignes de faite que provient, je pense, le bief à silex cassés. Aujourd'hui encore, ces points dominent de 20 à 25^m la contrée environnante.

D'une part le sol a toujours été émergé ; de l'autre les eaux sauvages ne peuvent amener des matériaux sur les points culminants ; par suite, je crois qu'on ne peut attribuer à ce terrain qu'une origine analogue à celle des dunes (2). Le vent, soulevant la poussière des plaines pendant les périodes de sécheresse, l'aurait accumulée en certains points où la pluie aurait ensuite contribué à la fixer.

Cependant cette cause n'a pas été seule en jeu, et le ruissellement, alternant avec le transport *éolien*, a partiellement ramené ces dépôts vers les parties moins élevées. On trouve des preuves de ce

(1) *Bull. Soc. Géol. de France*. T. XIX (1862), p. 453.

(2) Cf. M. de Richtofen, De Lapparent, *Géol.*, p. 1087.

fait au voisinage même de la craie, où, conformément à une observation déjà faite par M. de Mercey (1) et confirmée par M. de Laparent (2), j'ai vu de petits nodules de craie entraînés en veines plus ou moins régulières au sein du limon des plateaux.

§ 4. — QUELQUES REMARQUES

Tout démontre la continuité des phénomènes qui se sont produits au cours de la période de creusement des poches, c'est-à-dire depuis l'émergence de la craie jusqu'à maintenant. Rien ne vient interrompre la série des terrains de transport qui ont comblé à mesure les irrégularités que provoquait à la surface la dissolution de la craie en profondeur.

On peut évaluer, d'après l'affaissement des couches, l'approfondissement des poches pendant chaque période. En prenant un exemple moyen, on trouve :

Pour le sable de remplissage.....	20 m
» le bief à silex cassés.....	1.50
Depuis —	1.00

Il est bien évident qu'on ne peut admettre *a priori* la proportionnalité entre ces chiffres et les temps qui leur correspondent ; car l'activité du creusement a dû varier d'une époque à l'autre. Cependant, on peut faire observer que l'*approfondissement* dépend plutôt (voir ante) de la facilité du drainage que de la quantité d'eau tombée, et si nous nous bornons à la période du limon des plateaux, où les conditions atmosphériques ont dû se rapprocher davantage de celles qui règnent aujourd'hui, nous sommes amenés à lui assigner une durée approximative de 50,000 ans.

Cet essai chronologique n'aurait peut-être pas un grand intérêt s'il n'avait pas un lien direct avec l'antiquité de l'homme dans ce pays. On a trouvé en effet un certain nombre de haches de pierre de l'époque acheuléenne qui toutes, à ma connaissance, ont été retirées du limon des plateaux, quelques-unes dès la base ; mais aucune du bief à silex cassés. L'homme s'est donc établi sur ce sol dès qu'a pris fin la période troublée qui correspond au bief à silex cassés.

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 2^e série, t. XXI, p. 47 (1863).

(2) *Géologie*, p. 1088.

CHAPITRE VI

Mouvements du sol

§ 1. — GRANDES ONDULATIONS

La vallée de l'Authie est un de ces plis parallèles à la Seine, qui se succèdent dans le Nord de la France. D'après l'opinion de M. de Mercey (1), c'est la fracture de l'arête supérieure d'un anticlinal enlevée par les érosions. Je confirme cette manière de voir puisque le sommet de la craie à *M. cortestudinarium* se trouve à l'altitude de 90 à 100 m vers la vallée de l'Authie, pendant qu'aux environs d'Amiens, les observations de M. Hébert (2) placent ce même niveau à l'altitude de 25 à 35 m, soit une pente de 65 m environ sur une longueur de 28 kilomètres. M. de Mercey (3) avait donné pour la direction de ce plissement O. 38° N., ce qui, dans la notation que j'ai adoptée, correspond à 128°. Mon évaluation personnelle est de 126°, chiffre peu différent. (Pl. VIII, ligne AB).

Ce mouvement principal est confirmé par la position de la craie à *B. quadrata*, dont la base, placée à l'altitude de 100 à 110 m vers l'Authie, descend jusqu'au niveau de la Somme à Corbie et Vaux-l'Eclusier.

Des ondulations secondaires coupent obliquement ce mouvement principal.

Si nous examinons les affleurements de craie grise à Beauval, nous reconnaissons immédiatement un pli synclinal dans la vallée. De part et d'autre, les couches se relèvent rapidement. A Beauval même, on trouve la base de l'étage à l'altitude de 110 m; des deux côtés, à moins d'un kilomètre, cette base affleure à nouveau à l'altitude de 140 m, limitant ainsi à une faible surface, la zone phosphatée.

Dans la vallée d'Orville, nous retrouvons un pli synclinal analogue, à partir duquel les couches se relèvent de la même façon et à peu près aux mêmes niveaux.

Si nous menons une ligne droite passant un peu au sud de Beauval et d'Orville (Pl. VIII, XY), nous ne rencontrons pas dans l'intervalle d'affleurements de craie grise, quoique la surface du sol

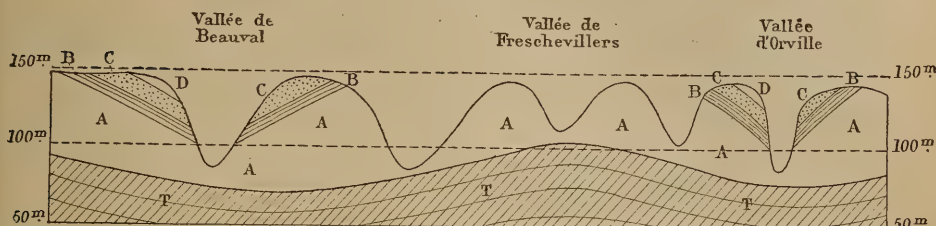
(1) *Bull. Soc. Géol.*, tome XX, p. 631 (1863).

(2) *Bull. Soc. Géol.*, tom. XX, p. 607 (1863).

(3) *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, t. IV, 1876, pp. 561-566; id., 3^e série, t. VIII, 1881, p. 422.

atteigne et dépasse le niveau de 140^m. Nous sommes donc conduits à tracer la coupe suivante (fig. 1) :

Fig. 1.



Coupe dirigée à 73° passant au sud de Beauval et d'Orville (XY, Pl. VIII),

T — Craie marneuse.

A — Craie à *Micraster cortestudinarium*.

B — Craie blanche inférieure.

C — Craie phosphatée à *Belemnitella quadrata*.

D — Craie blanche supérieure.

Échelle des longueurs $\frac{1}{80.000}$

Échelle des hauteurs $\frac{1}{5.000}$

D'un autre côté, en marquant sur la carte les différents affleurements de craie grise connus indiqués par des hachures sur la carte Pl. VIII, nous remarquerons qu'ils se rangent sur une demi-ellipse ayant son sommet à Beauquesne et ses deux extrémités à Beauval et à Orville. Cette ligne est interrompue par les vallées d'érosion.

On doit voir, à mon avis, dans cette disposition, le résultat de l'intersection avec le sol d'une surface cylindrique, dont la directrice est fournie par la coupe ci-dessus, et dont les génératrices, dirigées approximativement à 160°, seraient inclinées vers le S. E. (Pl. VIII, CD). L'arête supérieure de ce cylindre reparaît à Tontencourt et vers Corbie. La convergence des vallées vers Beauquesne serait le résultat de cette disposition. En particulier, la vallée qui aboutit à Freschevillers, près Doullens, proviendrait originairement de la dislocation de l'arête supérieure. Ceci est confirmé par ce fait qu'on trouve, vers Freschevillers, des affleurements de craie marneuse, inférieure à la craie à *M. cortestudinarium*, à un niveau plus élevé que l'altitude habituelle de cet étage, c'est-à-dire à plus de 80^m.

Je noterai encore une direction qui me paraît avoir provoqué des affaissements tout à fait locaux se rapportant au phénomène des rideaux sur lequel je reviendrai. Elle est jalonnée par la vallée Toussaint, un affleurement de craie grise anormal près de Terra-

mesnil, à l'extrémité de la vallée d'Amplier, et la dépression qui sépare le Bois de Milly, de l'Ecrivain, à Beauval : sa direction est 54°. C'est à très peu près celle de l'Oise (Pl. VIII, EF).

Quoique l'amplitude de ces ondulations ait pu s'exagérer depuis, elles me paraissent originaires, dans leurs grandes lignes, de l'époque de l'émersion définitive de la craie. A ce moment, une vaste érosion a porté surtout sur le sommet des plis, plus exposé et plus disloqué : la surface s'est trouvée pour ainsi dire rabotée, laissant exposées à la dissolution par les eaux météoriques des épaisseurs variables des différents étages, ce qui permet d'expliquer les particularités diverses que présentent ces phénomènes de dissolution.

§ 2. — FRACTURES ET DIACLASES

Là, comme ailleurs, la craie s'est fendillée sous l'action des efforts qu'elle a subis. Tandis que, dans la craie blanche, les fissures, tout en conservant des directions déterminées, s'éparpillent en un réseau serré et divisent la masse en fragments peu volumineux, dans la craie grise, ces fractures sont bien plus rares, mais prennent, par contre, une bien plus grande continuité. Cela tient sans doute à la texture particulière de cette roche et à l'influence mécanique des nombreux grains phosphatés qu'elle renferme, grâce auxquels elle possède une solidité d'une nature toute différente : c'est l'effet du sable qu'on mélange à l'argile grasse dans les industries tégulines. Le plus souvent, les bords de ces fractures demeurent contigus et au même niveau ; quelques-unes paraissent s'être ouvertes ; mais je crois qu'il faut le plus souvent attribuer ce fait à des phénomènes de dissolution ; enfin, on rencontre souvent des exemples de rejets plus ou moins importants, auxquels les couches superficielles sont ou ne sont pas intéressées. Voir les fig. 7 et 16, Pl. VII.

Ainsi que je l'ai déjà indiqué, les diaclases ont déterminé la position des centres des poches qui se rangent en séries sur les plus importantes : les diaclases transversales ont fixé cette position en formant par leur rencontre une sorte de canal donnant aux eaux superficielles un plus facile écoulement.

J'ai mesuré la direction d'un grand nombre de diaclases, surtout dans la craie grise, où cette détermination présente plus de certitude, et qui s'est trouvée d'ailleurs plus largement découverte. Je dois ajouter cependant que les déterminations portant sur la craie blanche inférieure sont parfaitement d'accord ; quant à la craie

blanche supérieure, elle est trop disloquée, dans les rares lambeaux que j'ai pu observer, pour compter sur quelque exactitude.

Je donne plus loin, à propos des rideaux, un tableau et un diagramme résumant ces observations. Elles confirment pleinement les théories exposées par M. Daubrée dans ses remarquables études sur ce sujet. Les directions se rangent autour d'un petit nombre de directions principales, et cela de quelque façon qu'on groupe les résultats, soit par étage, soit par localité.

On arrive toujours aux mêmes directions moyennes, ne différant que de quelques degrés. Il est impossible d'ailleurs de compter sur une précision absolue, le même accident variant dans sa direction de 7° à 8° d'un point à un autre : ce qui n'empêche pas que la moyenne conserve toute sa valeur.

§ 3. — RIDEAUX ET RAVINS.

Le terme local de *rideaux* s'applique à des dénivellations brusques qui se présentent sur les versants à faible pente des vallées. Ces ressauts ont l'inclinaison des talus d'éboulement.

Les rideaux ne suivent pas des lignes de niveau ; ils leur sont souvent plus ou moins obliques, et on en rencontre de nombreux exemples qui leur sont presque perpendiculaires. Quand ils sont parallèles à l'axe des vallées, ils ne sont nullement au même niveau sur les deux versants, mais au contraire dans des positions quelconques. On ne saurait donc en aucune façon attribuer ces accidents à des berges temporaires, analogues à celles observées en Ecosse à Glen Roy (1), ou à des terrasses.

Leur origine me paraît toute différente. J'ai mesuré, comme pour les diaclases, la direction d'un grand nombre de rideaux, et je suis arrivé à voir, comme pour les premières, que ces directions se groupent autour d'un petit nombre d'angles principaux.

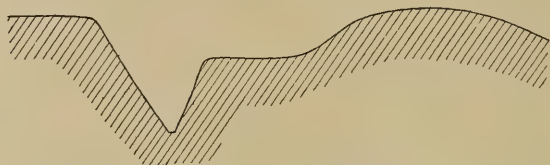
Les ravins occupent souvent le fond des vallées, mais il en existe un grand nombre qui n'occupent pas cette position : l'un, entre autres, situé perpendiculairement à la vallée de l'Authie, en face d'Amplier, latéralement à une vallée secondaire, est très important, puisque sa profondeur atteint 15 mètres. Il se bifurque, et l'une des branches continue la direction du tronc commun, 15°, l'autre prenant la direction 165°, faisant ainsi, avec la première, un angle aigu de 30°. Or, je ferai observer que le terrain est très perméable et que l'eau ruisselle très rarement sur les pentes. Si

(1) Agassiz.

les ravins des vallées peuvent, néanmoins, en recevoir quelquefois (cela est arrivé une fois en trois ans), il n'en est pas de même de celui qui nous occupe et de ceux qui sont analogues, puisqu'ils n'ont qu'un bassin très restreint. En conséquence, ces ravins ne peuvent être dus à l'érosion superficielle : ce sont deux rideaux juxtaposés.

D'ailleurs, ce même ravin présente cette particularité que ses deux lèvres ne sont pas au même niveau : sa coupe est figurée ci-dessous : elle confirme ma manière de voir.

Fig. 2.



Coupe du ravin d'Amplier.

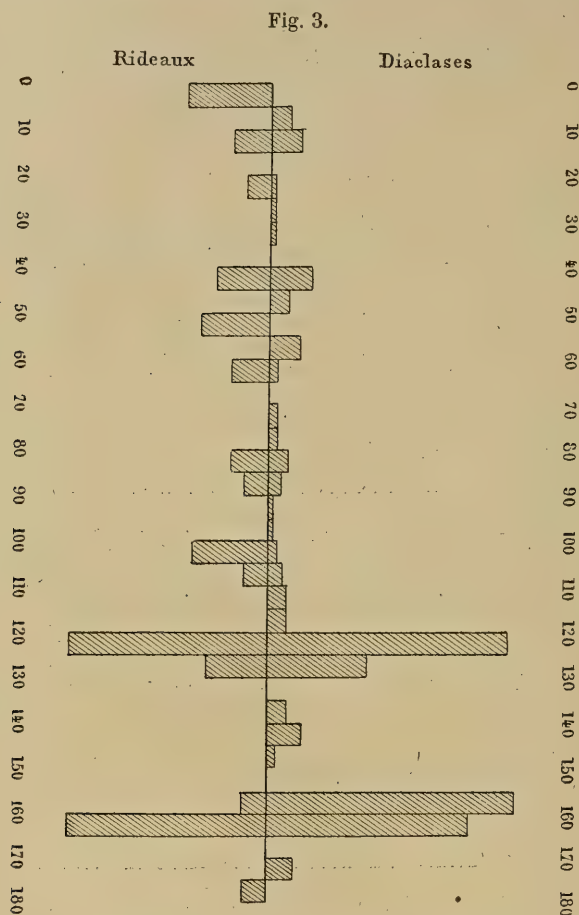
En dernier lieu, les directions des ravins sont généralement parallèles à celles des rideaux.

J'ai groupé les mesures de la façon suivante : j'ai d'abord attribué à chacune d'elles un coefficient d'importance, de 1 à 5 ; puis j'ai réuni toutes celles qui sont comprises entre des angles variant de 5° en 5° , afin de rester dans des limites plus étroites que celles que j'ai attribuées à l'exactitude des mesures. J'ai ensuite fait la somme du nombre des mesures et de leur valeur dans chaque intervalle. Il en est résulté le tableau ci contre :

Directions des Diaclasses et Rideaux réunis par intervalles de 5°.

DIRECTIONS	DIACLASES		RIDEAUX		DIRECTIONS	DIACLASES		RIDEAUX		DIRECTIONS	DIACLASES		RIDEAUX	
	Nombre	Import.	Nombre	Import.		Nombre	Import.	Nombre	Import.		Nombre	Import.	Nombre	Import.
0° à 5°	0	0	4	41	60° à 65°	2	2	2	5	120° à 125°	49	62	9	26
5 10	1	5	0	0	65 70	0	0	0	0	125 130	41	26	4	8
10 15	3	8	1	5	70 75	2	2	0	0	130 135	0	0	0	0
15 20	0	0	0	0	75 80	1	2	0	0	135 140	2	5	0	0
20 25	1	1	1	3	80 85	3	5	2	5	140 145	3	9	0	0
25 30	1	1	0	0	85 90	3	3	1	3	145 150	1	2	0	0
30 35	1	1	0	0	90 95	1	1	0	0	150 155	0	0	0	0
35 40	0	0	0	0	95 100	1	1	0	0	155 160	47	63	1	3
40 45	7	1	2	7	100 105	1	2	3	10	160 165	46	53	8	26
45 50	3	5	0	0	105 110	2	4	1	3	165 170	0	0	0	0
50 55	0	0	4	8	110 115	3	5	0	0	170 175	3	7	0	0
55 60	4	8	0	0	115 120	3	5	0	0	175 180	0	0	1	3

Puis, afin de rendre les résultats plus sensibles, je les ai réunis en un diagramme (Fig. 3), dans lequel j'ai porté en ordonnées la somme des valeurs, au dessus de l'axe pour les diaclases, au-dessous pour les rideaux et ravins, en employant une échelle double, en raison du moins grand nombre d'observations.



On reconnaît de suite à l'inspection de ce diagramme :

1° Que les diaclases et les rideaux se groupent respectivement autour de deux directions principales très nettes et de six directions secondaires plus confuses.

2° Que ces directions sont identiquement les mêmes pour les diaclases et pour les rideaux.

Elles sont, par ordre d'importance, réunies dans le tableau sui-

vant, qui est construit en reprenant les observations individuelles. Ce tableau indique la direction moyenne, le nombre d'observations du groupe qui l'a fournie, leur valeur totale; l'écart maximum en plus ou en moins, et la valeur individuelle moyenne des mesures.

Directions moyennes des Diaclases & Rideaux.

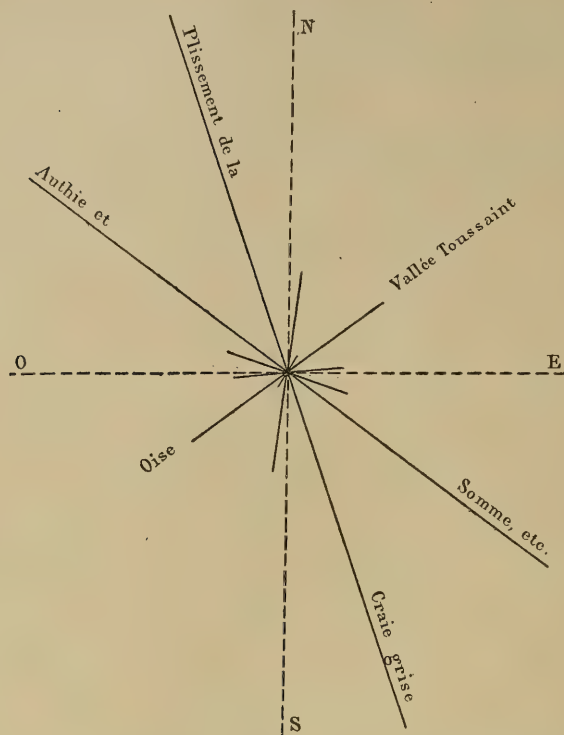
	DIRECTIONS moyennes	NOMBRE des mesures	IMPORTANCE totale	ÉCART maximum	IMPORTANCE moy. individ.
1 ^{er} Groupe	161°	42	147	± 4°	3.5
2 ^e »	126°	46	127	± 5°	2.7
3 ^e »	53°	24	46	± 8°	1.9
4 ^e »	7°	13	39	± 10°	3.0
5 ^e »	108°	11	25	± 8°	2.3
6 ^e »	85°	13	21	± 10°	1.6
7 ^e »	144°	6	16	± 5°	2.7
8 ^e »	28°	4	6	± 5°	1.5
	TOTAUX.	159	427	Moyenne	2.7

Je dois faire observer que le groupement obtenu en s'aidant du tracé graphique donné ci-dessus, est assez satisfaisant en ce sens que, dans chaque groupe, la densité des mesures s'accroît beaucoup au voisinage de la moyenne.

On peut remarquer que les deux directions principales réunissent à elles seules 55 % du nombre des observations et 64 % de leur importance, avec un écart maximum qui n'atteint pas 5° de part et d'autre, d'où semble ressortir cette loi que l'importance individuelle des diaclases est d'autant plus grande et leur écart d'autant plus faible qu'elles se rapportent à une direction plus importante.

Pour figurer à l'œil ces résultats, le mieux est de les réunir sous la forme d'une rose des vents aux rayons de laquelle on donne une importance proportionnée (Fig. 4).

Fig. 4.



Les trois premières directions, qui sont les plus importantes, sont déjà connues :

161° est la direction des génératrices du pli de craie grise que j'ai signalé ;

126°. Direction de l'Authie, de la Somme, etc. ;

53°. Direction de l'Oise, correspondant à la vallée Toussaint.

§ 4. — ORIGINE DES RIDEAUX.

Le parallélisme des diaclases et des rideaux démontre que ces deux phénomènes sont en étroite dépendance. Comme les diaclases sont antérieures aux phénomènes d'érosion pendant que les rideaux leur sont postérieurs, il faut en conclure que ces derniers dérivent des premières.

Les coupes de rideaux que j'ai pu observer ont été faites pour exploiter le phosphate et par suite dans les terrains meubles superficiels qui ont fléchi et se sont brouillés ; néanmoins on peut y démêler quelques indices.

Dans l'une d'elles, au Grand-Rideau, près d'Orville, il existait une tête de craie blanche inférieure qui s'était affaissée et inclinée vers le rideau. Au dessous du rideau, on retrouvait la craie grise : il y avait donc un rejet considérable.

Souvent, on observe la craie à la base des rideaux, alors que le terrain sur la pente inférieure est du limon ou du bief à silex, ce qui conduit à la même conclusion.

La vallée Toussaint, près d'Orville, mérite à cet égard quelques mots de description. Vers son sommet, existait un rideau important, au-dessus duquel se trouvait la craie blanche inférieure, pendant qu'au-dessous, la craie grise se montrait presque entière : cela correspond à une dénivellation de 20 mètres au moins ; je crois que cette disposition, commencée par un plissement datant de l'émersion de la craie, s'est exagérée depuis, et n'a dû son complet développement qu'à l'action des eaux souterraines, comme je vais l'expliquer. En outre, on remarque dans cette vallée des transports superficiels qui ont accumulé par places du phosphate, et amené parfois au-dessus du bief des lits de craie blanche en fragments. Un gros fragment de craie blanche s'est trouvé ainsi isolé au milieu d'une poche de phosphate accumulé : là, il s'est transformé en bief à silex renfermant en son centre un noyau de phosphate argileux (Pl. VII, fig. 14).

Je crois que la formation des rideaux doit se comprendre de la façon suivante, qui s'accorde avec les explications qui précèdent : Lors du creusement des vallées d'érosion, la pente était continue sur les versants. Il serait difficile d'admettre qu'il en fût autrement, l'action des eaux ayant toujours pour effet de niveler les aspérités. Les rideaux tendraient même encore aujourd'hui à disparaître si une cause permanente ne maintenait l'accident. Cette cause, il est facile de la deviner : c'est le rejet qu'éprouvent constamment les diaclases sous l'action érosive qu'exercent les eaux profondes sur les couches inférieures.

J'ai déjà fait observer qu'il n'y a guère d'eaux superficielles : elles s'infiltrèrent pour se rendre aux nappes maintenues par des couches imperméables, telles que celle que j'ai signalée vers l'altitude de 35^m. Comme M. Daubrée l'a déjà indiqué, les assises argileuses ne subissent pas le phénomène des diaclases, en raison de leur plasticité. Cette couche recueille donc les eaux d'infiltration et les dirige vers ses thalwegs qui ne correspondent pas nécessairement avec les thalwegs superficiels : ils résultent uniquement des anciens phénomènes de plissement. Là les eaux, quand elles sont abondantes et pas encore saturées, dissolvent le calcaire

et abandonnent à son lieu et place une couche de silex ; le phénomène, prenant sa plus grande ampleur le long de ces thalwegs souterrains, l'appui manque aux roches supérieures, qui glissent le long des diaclases préexistantes, et déterminent des dénivellations superficielles, d'où les rideaux : ce sont des diaclases, avec rejet dont l'importance continue à s'accroître et combat l'action nivelante des agents extérieurs.

J'ajouterai encore une remarque. Les rideaux débutent par une ondulation qui s'accroît de plus en plus, et passe bientôt au talus d'éboulement. Or il arrive souvent, sinon toujours, qu'au droit du point où un rideau se termine, un autre commence au-dessus ou au-dessous. Il arrive aussi parfois que la dénivellation n'a déterminé qu'une ondulation locale dans les couches de craie : c'est qu'aucune diaclase ne s'est trouvée convenablement dirigée. L'exploitation a mis de semblables faits à découvert en bien des points.

CHAPITRE VII

Origine de la Craie phosphatée.

§ 1. — RÉSUMÉ DES FAITS.

J'ai réservé cette question parce que la connaissance de la plupart des faits qui précèdent m'a paru nécessaire pour l'envisager d'une manière complète. J'espère pouvoir me rapprocher de la vérité en m'appuyant sur l'observation et sur l'étude des réactions des phosphates. Dans tous les cas, les limites du problème se trouveront resserrées par l'élimination des solutions inacceptables.

Les faits sont les suivants : — comme on l'a vu, un temps d'arrêt s'est produit dans la sédimentation de la craie blanche, dont la surface, plus ou moins rongée, s'est recouverte d'un enduit fluophosphaté amorphe empâtant les spongiaires et les coquilles qui tapissaient le fond et qu'il a *épigénisées* ; puis a commencé le dépôt de la craie grise, constituée de grains fluophosphatés très purs, revêtant la forme d'organismes presque microscopiques ; ces grains, très nombreux, formant de 40 à 70 % de la masse, sont empâtés dans une craie blanche *exempte* de phosphate. Les fossiles que renferme ce dépôt sont calcaires. A la fin, une nouvelle interruption de la sédimentation s'est produite, pendant laquelle le phosphate des assises supérieures s'est séparé de la craie et réuni sur certains points en bancs de sable. Après quoi le dépôt de la craie blanche pure a recommencé.

Nul doute que le fluophosphate ne se soit déposé au fond de la mer au sein de laquelle ses éléments étaient dissous. La question se subdivise donc en deux :

1° Quelle cause a réuni sur un point de la mer des eaux exceptionnellement phosphatées ?

2° De quelle manière la sédimentation s'est-elle produite ?

Avant de passer à la discussion de ces questions, il me reste encore quelques remarques à présenter.

A l'époque même de la *B. quadrata*, les phénomènes que j'ai énumérés ne se sont pas produits partout, et dans la plus grande partie du bassin, la craie blanche pure forme tout le dépôt.

D'un autre côté, des faits analogues ont eu lieu à d'autres époques : tel est le dépôt presque identique des environs de Mons qui correspond au sommet de la *B. mucronata* ; dans le Cambrésis, à Solesmes, Briastre, etc., on a découvert récemment un dépôt semblable, mais dans lequel les grains phosphatés sont mélangés de grains glauconieux : ils dépendent, paraît-il, de la zone à *M. cortestudinarium*. Les poches sont creusées dans la craie à *M. breviporus*.

Si nous remontons plus loin, nous trouvons des dépôts phosphatés du Cénomanién et du Gault, qui sont glauconieux, mais formés des rognons de grosse dimension : les phosphates du Cambrésis semblent donc être le passage entre les deux modes de dépôt.

Dans les différents terrains jurassiques, jusque dans le Sinémurien, les dépôts phosphatés affectent encore la forme de rognons ; mais la glauconie n'a pas encore fait son apparition.

Il est une importante distinction à établir : pendant que les phosphates déposés antérieurement au *M. breviporus* sont disséminés sous formes de rognons en couche peu puissante, mais très étendue, paraissant le plus souvent suivre à quelque distance les sinuosités des anciens rivages, les dépôts phosphatés postérieurs sont en amas localisés et puissants où une quantité de phosphate considérable s'est réunie sur la même verticale, et atteint 6,000 à 10,000 k. de phosphate pur par mètre carré dans la Somme et, d'après Cornet (1), dans les environs de Mons, près de 6000 k.

Les exemples connus, qui sont déjà très nombreux, de dépôts phosphatés corrélatifs à des assises calcaires, me paraissent indiquer que les deux phénomènes sont en étroite dépendance, et que toutes les fois qu'il se dépose du calcaire, du fluophosphate s'est

(1) *Bull. Acad. Roy. de Belgique*, 3^e série, t. XI, p. 538.

déposé antérieurement, provenant des mêmes eaux. En effet, par le départ de l'acide carbonique, la précipitation s'effectue d'une façon fractionnée, le phosphate se déposant le premier. Assurément, on ne connaît pas encore le dépôt de fluophosphate correspondant à chaque assise calcaire; mais je suis convaincu que de nouvelles découvertes viendront peu à peu combler les lacunes qui existent encore.

La conséquence de cette manière de voir est qu'on ne peut pas séparer l'origine du phosphate de celle du calcaire lui-même, et qu'il faut expliquer simultanément ces deux faits.

§ 2. — ORIGINE DU FLUOPHOSPHATE ET DU CALCAIRE.

Ces substances existent, le fluophosphate à l'état d'apatite, la chaux à l'état de silicate dans les roches de première consolidation et dans les roches éruptives: c'est de là que les phénomènes subséquents les ont extraits, au moins pour la majeure partie.

M. Daubrée a montré (1) que beaucoup de laves, de basaltes et de dolérites contenaient au moins 0,60 % d'acide phosphorique, et rapprochant ce fait de la présence du phosphore dans les météorites, conclut à l'abondance relative de ce corps dans le noyau interne. J'ai moi-même analysé un certain nombre de roches anciennes ou éruptives du nord du Plateau Central (Indre) et j'y ai trouvé des proportions notables de chaux et d'acide phosphorique; l'apatite s'élève en moyenne à 6^k par mètre cube. La chaux y atteint de 3 à 5 %, ce qui correspond 5 à 8 % de carbonate, ou environ 180^k par mètre cube.

En ce qui concerne le phosphate, l'apatite tout entière se dissout dans l'eau chargée d'acide carbonique, et se précipite sans modification, ce qui explique la composition des phosphates sédimentaires que j'ai mise en évidence et qui sont des fluophosphates définis.

Parmi les silicates dont sont composées les roches anciennes et éruptives, les plus facilement décomposables, c'est là un fait bien connu, sont les silicates à base de chaux ou d'oxydes isomorphes. Ce sont donc ceux-là qui ont cédé de préférence leur base à l'eau chargée d'acide carbonique qui les a désagrégés. Les autres matériaux ont formé des dépôts détritiques, la silice s'est séparée en majeure partie et est restée dans les argiles; la chaux et ses isomorphes sont entrés en solution, et se sont combinés à l'acide carbonique pour se précipiter plus tard suivant les diverses aptitudes que

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 2^e série, t. XXVIII, p. 336, 1871.

leur donnaient leurs affinités chimiques : c'est ainsi que souvent le fer a pris la forme de sesquioxyde, et le manganèse celle d'acérdèse ou de pyrolusite, sous l'influence de l'oxygène de l'air, pendant que la chaux ne se précipitait que par le départ de l'acide carbonique.

Pour élucider le point de savoir si cette origine est quantitativement suffisante, il faudrait pouvoir cuber le volume des roches désagrégées, et celui des roches formées, ce qui est de part et d'autre bien difficile. Mais il faut se contenter d'estimations comparatives. M. de Lapparent nous indiquait, il y a quelques jours, quelle épaisseur approximative était enlevée annuellement aux continents, et la portait à 1/10 de millimètre environ : ce n'est pas une quantité négligeable si on la multiplie par le temps écoulé. L'épaisseur des schistes anciens qui ont été désagrégés me paraît bien plus considérable qu'on n'est habitué à l'admettre. J'ai déjà observé dans l'Indre que d'Argenton à Crozant, sur une longueur de plus de 20 kilomètres, on rencontre constamment des couches de schistes successives, inclinées à 30° du S. E. au N. O. C'est donc par kilomètres et peut-être par myriamètres qu'il faut compter les épaisseurs enlevées.

D'autre part, en ce qui concerne le Plateau Central, l'absence des dépôts de transition sur sa bordure, et la transgressivité qu'on observe jusqu'à l'époque du Lias, portent à croire que les surfaces exposées à l'action atmosphérique ont été bien plus étendues aux époques antérieures.

Dans les premiers temps sédimentaires, les dépôts ont surtout été arénacés ou argileux ; l'eau de la mer se saturait de sels calcaires, et sa puissance dissolvante, en raison de la tension plus grande de l'acide carbonique, était bien plus développée qu'aujourd'hui. Les premiers dépôts calcaires formés ont pu ultérieurement se redissoudre. Les exemples de décalcification sont fréquents, et même constants pour les terrains émergés. Ce n'est qu'à partir de l'ère secondaire que les formations calcaires deviennent générales. Alors le même fait revêt un autre aspect : les dépôts littoraux sont arénacés, comme M. de Grossouvre l'a montré pour les dépôts crétacés voisins du Plateau Central (1).

Je ferai encore observer, pour expliquer l'importance des dépôts calcaires, que la puissance des sédiments arénacés et argileux est bien plus considérable encore, et qu'en somme, si on répartissait sur toute cette masse le calcaire et le phosphate des époques suivantes, on pourrait, l'acide carbonique étant expulé, retrouver

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3^e sér., T. XVII, p. 475.

une composition moyenne analogue à celle des schistes anciens et des terrains éruptifs.

Au début de la période secondaire, le domaine des mers était très développé; les eaux tombées sur les terres émergées s'y rendaient directement, je dirai presque par ruissellement. Il ne pouvait pas, dans ces conditions, se former de fleuves importants; aussi, le phosphate, qui se déposait le premier, formait-il comme une ceinture à peu de distance du rivage, et, trop disséminé, se mélangeait-il avec une forte proportion de calcaire. Ces gisements ne sont devenus exploitables, comme cela a lieu en divers points, que quand une émergence locale a permis la décalcification plus ou moins complète. Il en a été ainsi jusque vers l'époque cénomannienne; observons que, depuis le Gault, la glauconie se mêle au phosphate.

Mais un peu plus tard, et, en particulier à l'époque que j'étudie plus spécialement, ces conditions sont notablement modifiées.

La mer de l'époque de la *B. quadrata* était réduite dans le bassin parisien à un golfe relativement étroit. Ce golfe recevait les eaux d'une vaste surface émergée, puisque les plissements parallèles à la Seine n'existaient pas encore, le Morvan n'était pas soulevé, la Manche n'était pas affaissée, la Bretagne, le Cotentin et la Normandie étaient reliés aux Cornouailles et aux autres parties correspondantes de la côte anglaise. Les eaux de la Loire, de la Seine et de leurs affluents devaient donc se réunir en un vaste émissaire qui pouvait recevoir en outre des tributs dérivés d'une partie du bassin de la Saône et de toutes les contrées de l'Ouest. La forme générale du bassin en cône très aplati contribuait à réunir toutes ces eaux vers le même point. C'est aux apports de ce fleuve roulant un volume d'eau d'une puissance incomparablement plus grande que nos cours d'eau actuels, mais à très faible pente et sans doute assez limpide, que doit selon moi être attribuée la formation de la craie et du phosphate qui lui est subordonné. A l'embouchure de ce fleuve, les courants marins s'emparaient de ses eaux et leur imposaient un trajet défini, comme cela arrive encore pour les eaux de l'Amazonie. L'eau, partiellement mélangée, conservait néanmoins un degré de salure moindre, ce qui tendait à la maintenir à la surface. Le courant phosphaté coulait donc sur un lit formé d'eau de mer normale, et le mélange ne se complétait que peu à peu. Ces conditions étaient, comme on le reconnaîtra, éminemment propres à former des dépôts phosphatés localisés et puissants.

§ 3. — SÉPARATION DE LA CRAIE PHOSPHATÉE.

La surface de ce courant, peut-être partiellement dépouillée au contact de l'air du phosphate qu'elle contenait, et qui, à l'état de précipité ténu, allait se redissoudre dans les couches plus profondes, se peuplait de foraminifères et d'algues calcaires, auxquels il offrait sans doute des conditions de vie très favorables. Il convient de rappeler que le fluophosphate a pris entièrement la forme de ces organismes, que ces petits grains sont disséminés dans de la craie blanche nullement phosphatée et que les fossiles qui se trouvent dans les assises de craie grise ne sont en aucune façon épigénisés en phosphate. Or il y a tout lieu de croire que les carapaces d'organismes étaient primitivement calcaires, et que ce n'est qu'après la mort de l'animal que la transformation s'est opérée. D'autre part, on ne saurait admettre que cette transformation ait eu lieu après le dépôt, puisque la pâte crayeuse n'est nullement phosphatée; ce ne pourrait être dès lors par un phénomène purement chimique, qui n'aurait pas pu priver complètement la craie de son phosphate en faveur des tests de foraminifères. Si l'on voulait voir dans ce fait l'influence des matières organiques, je répondrais que là où de semblables faits paraissent s'être produits, la pâte du calcaire est bien loin d'être complètement appauvrie; que les autres fossiles, ailleurs transformés, sont ici intacts; que les grains forment souvent 70 % du poids de la masse et qu'il faudrait que la migration fût double : le carbonate qui les constituait d'abord allant former un dépôt semblable à la craie blanche ordinaire; et en dernier lieu, que si on suppose les carapaces en carbonate, et le reste de la masse en *fluophosphate pur*, ce dernier ne serait pas en quantité suffisante en bien des points. Toutes ces considérations conduisent à penser que la transformation en phosphate de ces formes organiques avait eu lieu avant qu'elles n'atteignissent le fond, et que le dépôt de craie grise s'est formé dès l'origine tel qu'il existe encore aujourd'hui.

Il me paraît impossible d'admettre que le dépôt actuel soit un remaniement de dépôts antérieurs. L'uniformité de répartition des grains phosphatés, leur forme inaltérée, ne me semblent pas pouvoir se concilier avec cette manière de voir.

A moins de supposer que les foraminifères et les algues aient formé dès l'abord leur carapace de fluophosphate, il faut admettre que leur transformation a eu lieu dans les eaux phosphatées qui coulaient au-dessus de l'eau de mer ordinaire : dans cette dernière,

le dépôt crayeux se formait comme partout ailleurs, et les oursins, les huîtres, constituaient leur test dans des conditions normales.

Il faut pour cela que les êtres dont il s'agit aient vécu à faible profondeur : cela n'a rien d'inadmissible ; aucun des foraminifères que j'ai examinés n'est agglutiné ; beaucoup, au contraire, portent sur leur test de fines granulations ou des stries déliées ; les formes pleines, sphériques ou ovoïdes sont finement ponctuées ; en dehors de ces ornements la surface est parfaitement lisse. Je ne vois donc rien qui s'oppose à admettre que ces êtres aient vécu à proximité de la surface, rien qui prouve qu'ils aient vécu au fond. Ce serait pendant leur chute au travers du courant phosphaté, et avant d'arriver à la couche inférieure d'eau de mer normale, que la transformation se serait opérée. Il est alors une nouvelle difficulté qui se présente, c'est le temps nécessaire à cette transformation qui pourrait être plus grand que la durée de la chute ; pour les foraminifères creux et minces, cette difficulté ne serait pas sérieuse ; mais il n'en est pas de même pour les formes pleines, sphériques ou ovoïdes. On peut penser que leur descente a été assez longtemps retardée par la matière organique qui les accompagnait pour que la transformation fût complétée avant la décomposition de cette dernière. Autrement, il faudrait revenir à l'hypothèse qui, en somme, n'a rien d'absolument inadmissible, que ces corps fussent originellement constitués de fluophosphate.

Quoique les considérations qui précèdent expliquent sans grand effort les différentes particularités du dépôt, et que les conditions de sa formation soient bien certainement de nature à renfermer la solution entre des limites assez étroites, je reconnais volontiers que j'ai procédé plutôt par élimination que par preuves directes, ce qui peut laisser prise au doute.

L'étude commencée de la sédimentation au fond des océans actuels apportera des données intéressantes à la solution de cette question.

Je dois cependant encore faire remarquer quelques faits : au début du régime, peut-être en raison du mouvement du sol d'où résultait son établissement, les eaux phosphatées sont venues au contact direct de la craie antérieurement déposée : alors les phénomènes sont tout autres ; la précipitation directe ayant lieu, le phosphate forme à la surface de la craie corrodée une couche continue, amorphe, et *épigénise* les fossiles. Pareil fait s'est renouvelé à plusieurs reprises, quoique avec moins d'intensité, pendant la période de dépôt de la craie grise.

Il faut aussi faire remarquer la séparation du phosphate de la

couche superficielle, correspondant sans doute à la période d'exhaussement du fond qui a modifié la direction des courants marins et porté ailleurs le dépôt phosphaté que nous retrouvons plus tard aux environs de Mons.

Une fois dépouillées de phosphate, les eaux achevaient leur mélange avec les eaux de l'Océan, et se répandant dans le reste du bassin, y déposaient la craie, dont le phosphate n'est que l'accident. Il est impossible, en effet, il est bon d'y insister, que les eaux qui déposaient la craie continssent une quantité notable d'acide phosphorique, puisque le carbonate de chaux ne peut se précipiter tant qu'il y a du phosphate en solution.

Il est évident, d'après ce qui précède, qu'on ne peut invoquer l'action directe d'eaux éruptives pour expliquer les faits. La forme seule des grains de phosphate suffit à éliminer cette hypothèse, qu'aucun fait, d'ailleurs, ne vient appuyer.

Je ne voudrais pourtant pas refuser de parti-pris l'apport de phosphate que des sources thermales peuvent fournir. J'admettrais, par exemple, sans difficulté, que les eaux de la Loire aient pu s'enrichir de phosphate dans les régions de l'Auvergne, où un pareil phénomène pourrait être considéré comme la première manifestation d'activité des puits et se relier aux dépôts concrétionnés du Quercy et du Gard. Mais ces apports phosphatés, mélangés à ceux, bien plus importants et bien plus constants, qui provenaient de la dissolution des roches antérieurement formées, ne se distinguaient pas de ces derniers, et une fois parvenus à la mer crétacée, contribuaient au même titre à la formation de la craie grise.

EXPLICATION DES PLANCHES

PL. VII.

Fig. 1. — Coupe d'une poche à Terramesnil, la Solette. — Cette poche, conique, présente, avec une grande régularité, un exemple complet des différents terrains décrits.

Fig. 2. — Coupe de quatre poches à Orville, les Champs d'argent. Deux d'entre elles sont de véritables puits et entament la craie blanche inférieure; dans l'une d'elles, le phosphate se termine en biseau au niveau inférieur de la craie grise, et l'argile à silex bien plus haut. Dans l'autre, dont l'axe est incliné, le phosphate a glissé jusqu'au fond, ainsi qu'un lambeau de bief. On remarquera aussi les accidents produits par un banc de craie grise plus dur.

Fig. 3. — Coupe d'une poche à Beauval, sud du Bois de Milly. Elle se rapproche de la forme en puits. Le phosphate ne commence qu'au niveau supérieur de la craie grise, comme dans le n° 1. (Ce fait ne souffre pas d'exception).

Fig. 4. — Coupe d'une poche, à Orville, nord des Champs d'argent. Même observation; mais une couche de phosphate de 0^m80 a été isolée antérieurement au dépôt de la craie blanche supérieure.

Fig. 5. — Coupe d'une poche à Beauval, près de la vieille église. L'épaisseur relativement considérable du phosphate est due à la séparation partielle antérieure au dépôt de la craie blanche. Ce phosphate, antérieurement séparé, est coupé de petites veines argileuses; on remarquera un banc de nodules qui se prolonge au travers du phosphate. Le banc supérieur de craie grise est singulièrement perforé.

Fig. 6. — Coupe d'une poche à Orville, le rideau d'Halloy. Elle est creusée dans la craie blanche inférieure, la craie grise ayant été complètement dissoute. On y voit une couche de phosphate pauvre, séparé du phosphate riche par l'argile noire et surmonté de l'argile rouge. Exemple d'une lentille de galets roulés au-dessous des silex cassés.

Fig. 7. — Coupe prise à Orville, les Champs d'argent. Phosphate pauvre au sein de l'argile rouge; couche protectrice de glaise imperméable. Fragment de craie supérieure riche en matières insolubles et descendu d'un bloc jusqu'à l'argile noire, puis décalcifié. Fractures à rejet ayant entraîné le phosphate.

Fig. 8. — Coupe prise à Orville, les Champs d'argent. Phosphate pauvre au sein de l'argile noire. Le sable de remplissage vient au contact direct du phosphate riche.

Fig. 9. — Coupe prise à Orville, les Champs d'argent. Deux couches de bief à silex cassés très nettement séparées. Exagération du phénomène habituel. Lentille de cailloux roulés.

Fig. 10. — Coupe prise à Orville, les Champs à pannes. Transformation partielle du phosphate riche en phosphate pauvre au contact de la craie blanche inférieure. Le lit de nodules de la surface inférieure de la craie grise est conservé.

Fig. 11. — Coupe prise à Orville, les Champs à pannes. La transformation du phosphate riche en phosphate pauvre est complète. Blocs de grès au sein du sable de remplissage.

Fig. 12. — Coupe prise à Orville, les Champs d'argent. Effet produit par le glissement et la compression des terrains superficiels.

Fig. 13. — Coupe prise à Orville, les Champs d'argent. Autre exemple de refoulements latéraux.

Fig. 14. — Coupe prise à Orville, la vallée Toussaint. Poche creusée dans la craie blanche; affaissement des bancs; sommet en craie grise; phénomènes de transport. Un bloc de craie, entraîné au sein du phosphate riche, s'est transformé en argile noire à silex avec noyau de phosphate pauvre au centre. Le sable de remplissage et le bief à silex cassés viennent au contact direct de la surface ravinée du phosphate riche.

Fig. 15. — Coupe prise à Orville, nord des Champs d'argent. Tête de craie blanche, avec phosphate interposé. Nombreuses fractures de la craie grise, ouvertes, et remplies de phosphate. Glissement de l'argile noire à silex.

Fig. 16. — Coupe prise à Orville, le rideau d'Halloy. Tête de poche en craie blanche. — Diaclase avec rejet, n'ayant pas entraîné le phosphate.

Pl. VIII.

Carte des environs de Doullens. Echelle $\frac{1}{80,000}$

Les affleurements connus de craie grise sont indiqués par des hachures.

AB. Direction moyenne de l'Authie.

CD. Sommet du plissement anticlinal de la craie grise.

EF. Plissement synclinal parallèle à l'Oise.

XY. Direction de la coupe figurée page 472.

M. MUNIER-CHALMAS partage l'opinion de M. Lasne relativement à

l'origine des phosphates du Nord de la France ; il y a eu un phénomène de décalcification. Quant à l'âge de ces phénomènes, M. Munier pense qu'ils ont eu leur maximum d'intensité pendant la période quaternaire. Près de Mons, quand la craie grise est recouverte par le tuffeau de Ciply, on n'y retrouve plus d'importantes poches à phosphate ; elles se voient surtout au contact des dépôts landéniens et quaternaires. Plusieurs des phénomènes observés par M. Lasne sont les mêmes que ceux signalés dans le Quercy par M. Dieulafait et sont la justification des théories exposées par ce dernier auteur. M. Lasne, par ses analyses précises, a montré qu'il y avait association d'un équivalent de fluorure de calcium avec trois équivalents de phosphate, fait qu'il a déjà signalé dans d'autres régions et qui a une très grande importance pour la genèse du phosphate ; enfin il a mis en évidence que la craie grise était constituée principalement par des foraminifères, tandis que la craie blanche n'en contient que très peu, comme l'avaient déjà indiqué MM. Schlumberger et Munier-Chalmas.

M. M. BERTRAND n'admet pas que tout le carbonate de chaux n'ait qu'une seule origine et provienne de la décomposition du granite.

Le secrétaire dépose sur le bureau la note suivante :

Monoceros et Parmacella du Pliocène de Montpellier d'après P. Gervais,

par M. Viguié

Dans l'étude que j'ai publiée l'année dernière, dans le Bulletin de la Société, sur les terrains pliocènes de Montpellier, j'ai décrit et figuré (T. XVII, p. 411, Pl. IX, fig. 18-18 a) pour la première fois, une espèce d'*Acanthina* (*Monoceros* LK) dont j'avais retrouvé, dans les collections de la Faculté des sciences, un échantillon étiqueté : « *Monoceros Gallicum* P. Gervais, licorne des sables marins de Montpellier, trouvée derrière la citadelle et donnée par M. P. Gervais, 1846 ».

J'avais cherché en vain dans les mémoires de Gervais sur la paléontologie de la région, la mention de cette découverte, et dans sa monographie de 1852, M. le professeur de Rouville cite simplement l'espèce, sans indications bibliographiques. Aucun auteur postérieur, et Fontannes lui-même, n'ayant d'ailleurs tenu compte

de cette citation, il était regrettable, malgré tous les caractères d'authenticité de l'échantillon, de ne pouvoir donner comme référence une citation précise dans une publication de P. Gervais lui-même.

Au cours de recherches bibliographiques sur la région, j'ai retrouvé des indications qui me permettent aujourd'hui de combler cette lacune. Dans les extraits des procès-verbaux de l'Académie des Sciences de Montpellier pour l'année 1850, extraits publiés seulement, je crois, dans une revue de Paris « l'Institut » (voy. T. XVIII 1850, p. 262) il a été inséré les lignes suivantes qu'il peut être utile de reproduire en entier, sur ce *Monoceros* et sur *Parmacella unguiformis* P. Gervais du même terrain.

« M. P. Gervais donne ensuite la description d'une espèce nouvelle de ces deux genres (Licorne et Parmacelle) trouvée par lui dans les terrains pliocènes de Montpellier. La Licorne, qu'il nomme *Monoceros Gallicum*, diffère, à quelques égards, du *M. Monacanthos* de Brocchi, qui est des terrains du même âge, en Italie, et était resté jusqu'ici la seule Licorne fossile que l'on connût. Voici ses principaux caractères : Spire courte, dernier tour fort grand, renflé, marqué en dehors de côtes longitudinales plus ou moins rudimentaires, inégales, faiblement interrompues par des stries décurrentes verticales, très peu marquées; un sillon contournant le dernier tour par sa face externe aboutit à la dent aiguë du bord droit; ce bord tranchant, un peu épaissi intérieurement par des saillies, interrompues elles-mêmes par les cannelures de la face interne, et qui ne sont pas dentiformes comme celles du *M. Monacanthos*. Longueur 0,053; largeur 0,038.

» *Parmacella unguiformis*, du dépôt marneux à Semnopithèques, Chalicomys, Cerfs, Hélix, et autres animaux terrestres ou fluviatiles du palais de justice de Montpellier. Cette espèce se distingue de celle que l'on connaît à l'état vivant, et en particulier du *P. Gervaisii*, de la Crau (Bouches-du-Rhône), par la dimension proportionnellement plus petite de son sommet spiral et par l'épaisseur un peu plus grande de sa partie aplatie. M. Gervais fait remarquer qu'il a comparé les individus de cette espèce recueillis par lui, avec le type du *Testacella bruntoniana* M. de Serres, et qu'il est hors de doute que les deux genres *Parmacella* et *Testacella* sont fossiles dans le terrain pliocène de Montpellier.»

Je ne crois pas qu'il ait été publié d'autre description de cette parmacelle et elle ne paraît pas avoir été encore figurée.

Séance du 16 Juin 1890

PRÉSIDENCE DE M. MUNIER-CHALMAS, VICE-PRÉSIDENT

M. J. Bergeron, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Par suite de la présentation faite dans la dernière séance, le Président proclame membre de la Société : M. ALBERT CHEUX, directeur de l'Observatoire de la Baunette, près Angers, présenté par MM. Munier-Chalmas et OEhlert.

Il annonce une présentation.

M. Welsch fait la communication suivante :

**Les terrains crétacés du Seressou occidental et de Lehou,
département d'Oran, Algérie,**

par M. Jules Welsch

A la suite de recherches poursuivies pendant plusieurs années, dans les environs de Tiaret et de Frenda, j'ai constaté la présence d'une série d'étages crétacés, depuis l'Aptien jusqu'au Sénonien, dans les environs de ces deux villes. Les couches crétacées forment un massif dont l'épaisseur dépasse quelquefois 400 mètres. Elles occupent la partie occidentale du plateau du Seressou, entre Tiaret, Frenda et la chaîne du Nador (Djebel Harhouz), et se continuent dans une région très mamelonnée que je désignerai sous le nom de Lehou, d'après la principale rivière qui la traverse du sud au nord.

Cette région de Lehou peut être considérée comme un ancien plateau très raviné, qui continuait autrefois celui du Seressou.

Aujourd'hui, c'est une dépendance du Tell, ou région montagneuse du littoral algérien, tandis que le Seressou fait partie des Hauts Plateaux Oranais (fig. 4).

Les couches crétacées se sont déposées dans un grand pli synclinal jurassique orienté à peu près E. N. E. Ce pli était limité au sud par la chaîne du Nador et, au nord, par la région de Bou Ghuedoun.

Dans les parties centrales du bassin, comme on peut le voir sur

les flancs des vallées qui entament le massif, on remarque une grande homogénéité, à la fois au point de vue lithologique et au point de vue paléontologique.

Les assises se succèdent alors en concordance de stratification, et ce sont toujours des marnes, des calcaires marneux et grumeleux, et des calcaires magnésiens. Leur couleur est claire, quelquefois d'un blanc grisâtre, le plus souvent jaune. Les parties supérieures sont d'un blanc jaunâtre et rappellent certaines assises crétacées du bassin de Paris.

Les fossiles sont surtout des huîtres, avec de nombreux bivalves et gastéropodes. Les ammonites et les rudistes sont *excessivement* rares. Ces couches appartiennent donc au *faciès africain à ostracées*, *faciès méditerranéen* de M. Peron, *faciès africano-syrien* du Dr Zittel.

Sur les bords de ce bassin crétacé, on constate des transgressions plus ou moins grandes, ainsi que des discordances locales qui m'ont servi à subdiviser cet ensemble de couches. Je me suis aidé aussi des caractères paléontologiques, comme le montre

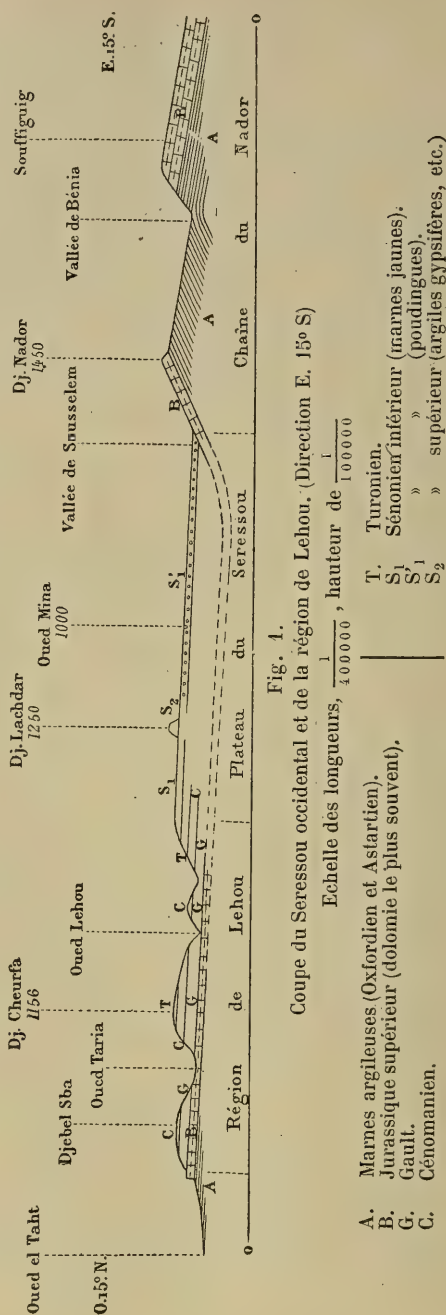


Fig. 4.
Coupe du Seressou occidental et de la région de Lehou. (Direction E. 15° S)

Echelle des longueurs, $\frac{1}{100000}$, hauteur de $\frac{1}{10000}$

A. Marnes argileuses (Oxfordien et Astartien).
B. Jurassique supérieur (dolomie le plus souvent).
G. Gault.
C. Cénomanién.

T. Turonien.
S₁ Sénonien inférieur (marnes jaunes).
S₁' » » (poudingues).
S₂ » supérieur (argiles gypsifères, etc.)

le tableau suivant, où j'indique toute la série, partagée en 15 assises :

- APTIEN ? — Assise G' — Marnes bariolées alternant avec des sables gréseux, et se terminant par des marnes jaunes à *Ostrea* cf. *Silenus*.
- GAULT — G₁ — Marnes jaunes à *O. praelonga*.
 G₂ — Marnes jaunes et calcaires lumachelles à *O. falco* et gros gastéropodes.
- CÉNOMANIEN — C₁ — Marnes jaunes à *O. conica*, *Ammonites inflatus*, *Janira alpina*.
 C₂ — Marnes et calcaires à *O. africana*.
 C₃ — Calcaires et marnes à *O. flabellata* dominant.
 C₄ — » » à *O. Syphax* dominant.
 C₅ — Marnes à *O. Mermeti*.
 C₆ — » et calcaires à *O. olisiponensis*.
- TURONIEN — T₁ — Marnes jaunes à *O. rediviva*.
 T₂ — A la partie inférieure de cette assise se trouve une lentille renfermant *Sphærulites* (*Sauvagesia*) *Sharpei*.
 Calcaires marneux et magnésiens à *Cerithium pustuliferum*, *Echinobrissus pseudo-minimus* et *O. acanthonota*.
 T₃ — Marnes jaunes à *O. proboscidea*, *O. caderensis*, *Hemiaster oblique-truncatus*, *H. latigrunda*.
 T₄ — Calcaires dolomitiques épais avec zone marneuse à *O. Boucheroni* à la base.
- SÉNONIEN — S₁ — Marnes jaunes à *O. semiplina*, *O. Peroni*, *Nerita Fourneli*, *Bothriopygus Coquandi*.
 S₂ — Argiles bariolées gypsifères et calcaires dolomitiques (1).

Sur le versant nord de la région, entre Tiaret et la Mina, les couches inférieures jusqu'au Turonien peuvent être recouvertes par le terrain miocène. Sur le plateau du Seressou, le Sénonien inférieur peut être recouvert par des couches de cailloux roulés appartenant probablement au Quaternaire ancien.

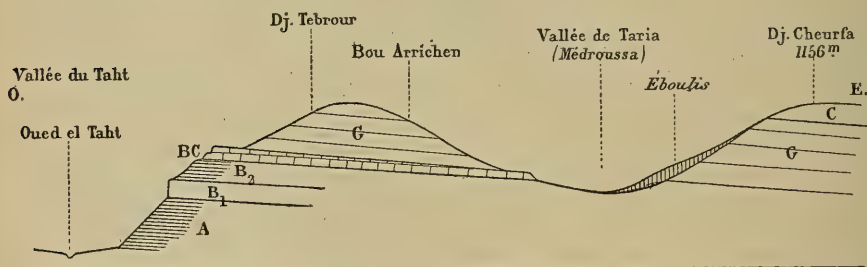
(1) Pour les coupes de détails, qui m'ont permis d'établir cette succession, voir ma thèse de doctorat : *Les terrains secondaires des environs de Tiaret et de Frenda*, 1890.

COUCHES DE POSITION DOUTEUSE (APTIEN)

L'assise G' est constituée par une alternance variée de grès sableux jaunes ou rouges avec des marnes bariolées et de très rares bancs calcaires. On peut l'étudier depuis le ravin de l'Oued Tiaret jusqu'à la Cascade de la Mina. Son épaisseur dépasse 150^m. Dans le ravin de l'Oued Tiaret, j'ai trouvé, à la partie supérieure, des marnes jaunes à petites huîtres allongées se rapprochant de *O. Silenus* Coq. L'analogie de ces marnes avec celles qui viennent au-dessus en concordance m'empêche d'être trop affirmatif. Il y avait aussi des talons de *O. praelonga* Sharpe, et des formes voisines de *O. tuberculifera*, que j'ai retrouvées au-dessus dans les assises que je rapporte au Gault.

Je rapporte cette assise à l'Aptien, provisoirement, par analogie avec ce qui arrive en Portugal et en Tunisie, comme on le verra un peu plus loin.

Fig. 2.



Coupe montrant le Gault sur le Jurassique supérieur dans les escarpements de la région des Sdama, au nord de Frenda.

- | | | | |
|------------------|---|------------------|-------------------------|
| A. | Marnes argileuses (Oxfordien). | 150 ^m | |
| B ₁ . | Dolomie formant escarpement | 50 ^m | |
| B ₂ . | Argile bariolée et dolomie | 60 ^m | } Jurassique supérieur. |
| BC. | Calcaire compact gris | 30 ^m | |
| G. | Gault. Couches à <i>O. falco</i> et <i>O. praelonga</i> . | | |
| C. | Cénomanién. Assise à <i>O. conica</i> . | | |

GAULT

Assise inférieure G₁. — Ce sont des marnes jaunes visibles en concordance au-dessus des couches précédentes, depuis l'Oued Tiaret jusqu'au-delà de la Mina. Elles sont ensuite recouvertes par les assises suivantes et reparaissent au N.-O. de la région de Lehou dans le pays des Krallafas, où elles reposent directement sur le

Jurassique supérieur. Il y a là l'indice d'une grande transgression dirigée de l'est à l'ouest. (Fig. 2).

Les fossiles principaux sont :

Ostrea prælonga Sharpe. (On the secondary district of Portugal, etc., in *Quart. Journ. for* 1850, pl. XX, fig. 47). C'est bien la même espèce que celle du Portugal, comme j'ai pu le vérifier d'après des échantillons que j'ai reçus de M. Choffat.

O. Pantagruelis Coq. (Monogr. Aptien d'Espagne, pl. XXVI, fig. 1, 2, 1865, et Monogr. des *Ostrea*, 1869). Cette espèce est probablement une variété géante de *O. prælonga* Sharpe.

O. falco Coq. (Monogr. des *Ostrea*, pl. LXIV et LXXIII). Cette espèce présente de nombreuses variétés, surtout dans l'assise suivante. Coquand, dans ses divers travaux, la cite de l'*Urgaptien* de Bou Saada. M. Peron a montré qu'elle appartenait au Gault.

On trouve aussi de petites huîtres à écailles épineuses ressemblant à *O. tuberculifera* Coq. et d'autres qui se rapprochent de *O. Boussingaulti* d'Orb.

Les moules de *Cardium*, *Venus*, etc., abondent.

Assise supérieure G₂ — C'est le principal gisement de *O. falco* qui forme des bancs de calcaire lumachelle grumeleux en alternance avec des marnes jaunes. Je citerai surtout comme localité intéressante, la vallée de l'Oued Lehou. *O. falco* Coq. se présente là en très grande abondance, avec des formes très variables, dont quelques-unes se rapprochent tout à fait de *O. Barroisi* Choffat et *O. pseudo-africana* Choffat (Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique de Portugal, Pl. III et IV des *Ostreidæ*).

On trouve avec ces huîtres de nombreux moules de *Cardium*, *Venus*, etc., et *Pholadomya Fontannesi* Choffat.

Nerinea Villiersi Coq.

Trigonia caudata Bronn?

Enallaster (Heteraster) Tissoti Coq., en exemplaires de formes très variables.

Les gros gastéropodes qui se trouvent principalement à la partie supérieure sont des strombes et des actéonelles.

En quelques points, j'ai trouvé aussi *Janira alpina* d'Orb., caractéristique de la zone suivante.

CÉNOMANIEN.

Assise à Ostrea conica et Ammonites inflatus C₁. — Elle est le plus souvent constituée par des calcaires jaunes alternant avec des marnes de même couleur. Dans la tranchée de Mezguida, entre

Tiaret et Tagdempt, cette assise est formée de marnes d'un gris foncé.

Les fossiles abondants sont :

O. conica auct. Ce n'est peut-être pas l'espèce figurée par Sowerby (Miner. Conchol.), mais c'est bien l'espèce de d'Orbigny et de Coquand. La plupart de mes exemplaires présentent une carène à angle droit, comme certains individus des couches inférieures de la Craie de Rouen, ainsi que j'ai pu le constater dans les collections de l'Ecole des Mines. En tous les cas, c'est bien l'espèce signalée sous ce nom en Algérie par Coquand et par M. Peron.

Janira alpina d'Orb. (Paléont. fr., terr. crét., p. 643, Pl. 446, 1846). Mes exemplaires se rapportent tout à fait au type de d'Orbigny, comme j'ai pu le constater dans sa collection, au Muséum, grâce à l'obligeance de M. Paul Fischer. M. V. Gauthier m'a remis, du reste, un exemplaire identique provenant aussi d'Escragnolle. Le caractère est la présence de deux petites côtes séparant les grosses côtes du genre *Janira*. C'est l'espèce que Coquand a appelée *Vola Peroni*, en 1879.

Janira alpina, var. *tricostata* Bayle. — Je désigne sous ce nom les janires présentant le caractère de la *Janira alpina*, et portant sur les grosses côtes deux sillons longitudinaux qui délimitent ainsi deux petites côtes latérales sur les côtés de la grosse côte. Il me paraît que c'est bien l'espèce faite en 1849 par M. Bayle, dans la note A, de la *Richesse minérale de l'Algérie*, sous le nom de *Pecten tricostatus*, Pl. XVIII, fig. 30. Malheureusement, M. Bayle donnait en synonymie *Janira alpina* d'Orb. Depuis, en 1862, Coquand a donné le nom de *Janira tricostata* à une espèce différente, celle que j'appelle dans ce travail *Janira Coquandi* Peron. J'ajouterai que cette espèce *Janira alpina tricostata* est appelée par M. Peron *Janira alpina*, comme l'espèce de d'Orbigny. Ce savant géologue réserve le nom de *Janira tricostata* à une espèce de la Craie supérieure, qui est très voisine de *Janira substriato-costata* d'Orb. L'espèce de M. Bayle a été faite, en effet, sur un individu trouvé avec *Hemipneustes africanus*, mais cet auteur cite aussi son espèce des grès verts d'Escragnolle, c'est-à-dire de la base du Cénomanien.

Janira Dutrugi Coq.

Cardium hillanum Sow. var.

» *Desvauxi* Coq.

» *Pauli* Coq.

Cyprina trapezoidalis Coq.

Trigonia distans Coq.

Modiola Flichei Peron (espèce décrite dans la *Géologie de la Tunisie*, sous presse).

Anisocardia A n. sp. — Je désigne sous ce nom une forme très voisine de *Isocardia Guerangeri* d'Orb. (Terr. crét., t. 3. Pl. 257 bis, fig. 1. 2. 3. 4, pas dans le texte). Ce fossile est cité dans le *Prodrome*, t. 2, étage 20, n° 290, p. 160, sous le nom de *Opis Guerangeri*, du Mans. Il est aussi cité par Edouard Gueranger, en 1867, dans son *Essai d'un répertoire paléontologique du département de la Sarthe*, p. 35. Je n'ai pu observer la charnière de mes exemplaires et j'ajoute que leur forme générale les rapproche aussi du genre *Roudairia* M. Ch.

Lavignon tenouklense Coq.

Crassatella (Cyprina) Picteti Coq.

Coquandia italica Seguenza.

Dessous le Marabout de Sidi Ouada, près la cascade de la Mina, cette assise est très riche en janires, avec les fossiles suivants :

Lima Gauthieri Peron (1).

Cardita Nicaisei Coq.

Venus Reynesi Coq.

Arca Favrei Coq.

Bulla Papieri Coq (1879. *Etudes supplémentaires*, p. 89).

A Rherouf el Guenaïn, près d'une source appelée *Aïn Beida*, j'ai rencontré dans cette assise la plupart des fossiles précédents avec :

Amm. (Schlenbachia) inflatus Sow.

Janira Coquandi Peron (Bull. Soc. Géol., t. V, 1877, pl. VII, fig. 2). Cette espèce se rapproche beaucoup de *Janira quadricostata* Sow. Je l'ai quelquefois même désignée à tort sous ce nom. Le caractère est que les trois petites côtes sont différentes entre elles. C'est l'espèce que Coquand a appelée d'abord *Janira tricostata* (1862, *Paléont. de la région sud de Constantine*, non Bayle), puis *Janira Coquandi* avec M. Peron, en 1879 (2), et qu'il a rapportée enfin à *Janira quadricostata* Sow. en 1880 (3). Je suis l'exemple de M. Peron en considérant *Janira Coquandi* comme spéciale au Cénomaniien, tandis que *Janira quadricostata* se trouve plus haut. J'ajouterai que *Janira Coquandi* a été trouvée en Palestine par M. Lartet (1873, *Ann. des Sc. géol.*).

Hypsaster n. sp. (Voir Gauthier, Bull., p. 141, T. XVIII).

Ce point est le seul où j'ai trouvé, avec *O. conica*, à la base de l'assise, des exemplaires de *O. falco*, fossile dont le principal gise-

(1) 1887. *Notes pour servir à l'histoire du terrain de craie*, p. 144-145, pl. I, fig. 16-17.

(2) *Études supplémentaires*, p. 155.

(3) *Études supplémentaires*, p. 390.

ment est immédiatement inférieur. Cela tient à ce que les couches du Gault et du Cénomanien sont en concordance et que certains fossiles franchissent la limite que j'ai choisie pour séparer les deux étages. Le fait paraît être plus général en Tunisie, d'après M. Ph. Thomas.

Près de la maison forestière des Ouled ben Affan, sur les bords de l'Oued Talrempt, j'ai trouvé, à peu près à ce niveau, de petites huîtres paraissant identiques à *O. vesiculosa*.

Non loin de là, à Aïn Kerma, j'ai constaté la superposition directe de cette assise, avec *O. conica*, *Janira alpina*, *Janira Coquandi*, *Astarte punica* Coq, sur les couches du Jurassique supérieur. C'est une des raisons qui me font placer cette zone à la base du Cénomanien.

Marnes jaunes et calcaires à Ostrea africana C₂. — Le principal gisement se trouve sur la rive droite de l'Oued Tiaret, entre les kilomètres 191 et 192 du chemin de fer récent de Relizane à Tiaret. J'ai trouvé là :

O. africana Lk. plusieurs variétés, large, allongée, etc.

O. flabellata d'Orb. Les exemplaires sont différents de ceux qui sont caractéristiques de l'assise suivante. Il y a là des petits individus fixés qui se rapprochent beaucoup de *O. caderensis* Coq.; d'autres sont plus volumineux, à valve inférieure très profonde.

O. Mermeti Coq. Ces exemplaires sont sensiblement différents de ceux que je rapporte à la même espèce dans l'assise C₃. Leur surface est complètement couverte de gros plis. Cette variété serait cantonnée dans le Cénomanien inférieur.

Modiola Robini Peron, se rapproche de *M. ornata* d'Orb.

Anisocardia A, n. sp.

Pterodonta Dutrugei Coq.

Avec nombreux moules de janires, pholadomyes, strombes peu déterminables à petites côtes serrées, etc., etc.

Tylostoma sp., ressemblant tout à fait à *Natica (Tylostoma) elatior* Coq., que l'auteur cite à un niveau différent.

Assise à Ostrea flabellata dominant C₃. — Ce fossile forme des bancs épais de calcaire lumachelle visibles sur les flancs du ravin de l'Oued Tiaret, au marabout de Sidi Ouada, etc., etc. La plupart des fossiles de cette zone sont usés par les eaux et peu déterminables. Je puis citer :

O. Syphax Coq.

Cardium Pauli Coq.

Assise à Ostrea Syphax dominant C₁. — Cette huître est particu-

lièrement abondante à ce niveau dans toutes les coupes que j'ai pu relever, aussi bien dans l'Oued Tiaret que sur les bords de la Mina et dans la vallée de Lehou. J'ai trouvé avec elle :

<i>O. flabellata</i> d'Orb.	<i>Arca tevesthensis</i> Coq.
<i>O. conica</i> Sow., très rare.	<i>Cardium Pauli</i> Coq.
<i>Pecten tenouklensis</i> Coq.	» <i>Saportæ</i> Coq.
<i>Plicatula Fourneli</i> Coq.	» <i>Platonis</i> Coq.

Assise à Ostrea Mermeti C₅. — Elle est constituée par des marnes dans le ravin de l'Oued Tiaret, par des calcaires lumachelles dans le feyd Trade, etc., etc. Elle est caractérisée par l'abondance des diverses variétés de *O. Mermeti* Coq. Cette espèce a été figurée par Coquand (1), d'après un exemplaire anormal; son niveau a été aussi mal indiqué par ce savant. Il vaut mieux se reporter aux figures et aux descriptions de Lartet (2). J'ai trouvé ensemble de nombreux individus des variétés que M. Lartet a désignées sous les noms de *minor*, *major*, *sulcata*, *carinata*, mais pas la var. *communis*; pour la variété *rugosa*, je ne suis pas certain. J'ajouterai, avec MM. Lartet et Peron, que *O. Mermeti* se rapproche tout-à-fait de *O. columba minor* (*O. Reaumuri* Coq.) du Cénomaniens de France. J'ai vu dans les collections de la Sorbonne des exemplaires identiques à *O. Mermeti minor*.

Crassatella (Cyprina) Picteti Coq., très commun à ce niveau.

Ostrea olisiponensis Sharpe, rare.

Cardium Pauli Coq.

Anisocardia A n. sp.

Venus Reynesi Coq.

Gervillia anomala Sow. (3). Cette espèce a été figurée par Guéranger, dans l'*Album paléontologique de la Sarthe*. Elle appartient au niveau de *O. bauriculata*.

Assise à O. olisiponensis C₆. — Elle est constituée par des marnes et calcaires grumeleux que l'on peut étudier principalement dessous Tiaret, et près de la maison forestière des Ouled ben Affan.

Les fossiles principaux sont :

Ostrea olisiponensis Sharpe (*On the secondary district*, etc., *Quart. journ. for* 1850). C'est bien la même espèce qu'en Portugal. On l'avait déjà signalée en Algérie, mais je crois que la valve supérieure n'avait pas été trouvée, car M. Choffat (4) avait émis un point de

(1) 1862, *Paléontologie de Constantine*, Pl. 23, fig. 3, 4, 5.

(2) Géologie de la Palestine, *Ann. des Sc. géol.*, 1873 t. III, p. 60-64.

(3) 1836, in Fitton, *Transact. geol. soc. of London*.

(4) 1886, *Recueil d'ét. paléont. sur la faune crétacique du Portugal*, p. 37-40.

doute sur l'identification des formes algériennes avec l'espèce du Portugal. J'ai trouvé à Tiaret les valves supérieures présentant les crêtes radiantés comme dans l'espèce-type. J'ajouterai, avec M. Choffat, que certaines formes fixées de *Ostrea falco* rappellent l'ornementation de la valve inférieure de *O. olisiponensis*.

Ostrea oxyntas Coq. (*O. Overwegi* Coq., non von Buch). J'ai trouvé les variétés figurées par Coquand sous les noms de *reticulata* et *scabra*. Cette espèce se rapproche beaucoup de la précédente, les côtes écailleuses sont seulement plus nombreuses.

O. flabellata d'Orb., rare.

» *Syphax* Coq., rare.

» *Mermeti* Coq., rare.

Janira Coquandi Peron.

Cyprina trapezoidalis Coq.

» *africana* Coq.

Cardium Pauli Coq.

Arca parallela Coq.

Crassatella Picteti Coq.

Micropedina olisiponensis (Forbes) de Loriol. Cette espèce a été figurée pour la première fois sous le nom d'*Echinus olisiponensis*, dans le mémoire de Sharpe, en 1850. Depuis, Coquand, en 1862, l'a décrite et figurée sous le nom de *Codiopsis Cotteaui* (Paléont. de Constantine); en 1866, M. Cotteau a fait le genre *Micropedina* avec l'espèce de Coquand, dans la Paléont. franç. Il a été cité dans les *Echinides de l'Algérie* sous ce nom (fasc. V, p. 217). M. de Loriol a reconnu l'identité des deux espèces d'Algérie et de Tunisie (1).

Holaster Nicaisei Coq. 1879 (2). C'est très probablement la même espèce que *Holaster suborbicularis*, in Cotteau (*Echinides de la Sarthe*, p. 198, Pl. 33, fig. 1 à 6). Ce fossile a été désigné sous le nom de *H. suborbicularis* dans les *Echinides fossiles de l'Algérie*, en 1878.

Cidaris vesiculosa? Goldf.

Hemiaster pseudo-Fourneli Per. et Gauth.

Archiacia sp.

Distribution géographique du Cénomanién. — On peut l'étudier principalement au sud de Tiaret, à la limite septentrionale du Seressou, et ensuite dans la vallée de l'Ouéd Lehou, au-dessus du Gault. Chez les Krallafas, plus à l'ouest, les sommets des mamelons sont occupés par les assises à *O. conica*, *O. flabellata*, tandis que les pentes et les

(1) *Recueil d'études paléont. de Portugal*, vol. II, Description des Echinodermes, p. 62, Pl. X, fig. 3-6, 1887-1888.

(2) *Études suppl. de Paléont. Alg.*, p. 281.

fonds des vallées sont constitués par le Gault à *O. falco* et *O. praelonga* (Fig 2).

TURONIEN.

Marnes jaunes à O. rediviva T₁. — Je n'ai pas laissé cette assise dans le Cénomanien, car près du marabout de Sidi Ouada, elle est séparée des couches inférieures par une discordance assez étendue (1), avec absence des assises à *O. Mermeti* et *O. olisiponensis*. J'en ai profité pour placer là une séparation d'étage. Mais je dois ajouter de suite que dans la vallée de l'Oued Lehou, toutes les couches sont en concordance.

J'ai trouvé quelques fossiles surtout au sud du marabout de Sidi Ouada, et aux alentours de la maison forestière des Ouled ben Affan. Ce sont :

Ostrea rediviva Coq., commun. Cette petite huître linguiforme est indiquée comme cénomanienne par Coquand dans ses divers travaux, mais c'est la même espèce que *O. Rouvillei* Coq., que ce savant indique dans le Santonien. Il est probable que *O. biskarensis* Coq. n'en est qu'une variété un peu renflée et plus compacte. M. Peron l'indique à la partie supérieure du Cénomanien et aussi dans les couches qui sont au-dessus.

J'ai trouvé en même temps des *Hemiaster*, *Echinobrissus* et *Cyphosoma* en mauvais état, des moules appelés *Cyprina acutecarinata* par Coquand en 1879, et aussi une huître voisine de *O. acanthonota*, Coq. Ces deux derniers fossiles ne sont pas cénomaniens.

Assise à Sphærulites (Savagesia) Sharpei Bayle T_{2a}. — J'ai trouvé ce Rudiste en un seul point, sur la rive gauche de l'Oued Talrempt, dans des calcaires gréseux jaunâtres formant lentille, au-dessus des marnes à *O. rediviva*. Cette lentille me paraît correspondre aux couches suivantes que je désigne par la lettre T_{2b}.

C'est la première fois que *Savagesia Sharpei* est signalé dans le Nord de l'Afrique. M. Choffat en a donné une description détaillée, en 1886, dans le *Recueil d'études paléont. du Portugal* (p. 34, Pl. II. III, IV, des *Siphonidæ*). Cette espèce est habituellement citée du Cénomanien supérieur. Mais je ne suis pas certain que le *Carentonin* du Portugal ne puisse pas renfermer quelques couches turoniennes. Du reste, M. Peron a signalé, en 1887 (*Notes pour servir à l'histoire du terrain de craie*, etc.), un *Sphærulites*, très voisin, si ce n'est lui, de *Sph. Sharpei*, dans la craie à *Belemnitella plena* du bassin de

(1) Voir le détail des coupes dans ma thèse, p. 106.

504 J. WELSCH. — TERRAINS CRÉTACÉS DU SERESSOU ET DE LEHOU 16 juin
Paris. Beaucoup de géologues font de cette zone une dépendance du
Turonien.

Couches à Cerithium pustuliferum et O. acanthonota T_{2b}. — En général, ce sont des calcaires avec quelques zones minces de marnes jaunâtres. Les calcaires sont couleur paille, très souvent magnésiens, et présentent une structure particulière. Ils paraissent grumeleux, comme constitués par des nodules réunis par un ciment analogue. Ceci ne se voit qu'à la surface, sous l'influence des agents atmosphériques, l'intérieur paraît compact. Les fossiles principaux sont :

Echinobrissus pseudo-minimus Per. et Gauth., en véritable agglomération.

Cyphosoma Delamarrei Bayle.

Holactypus serialis Deshayes.

Cerithium pustuliferum Bayle (*Turritella pustulifera* Coq.).

Turritella nerinaeformis Coq.

Moules nombreux de gastéropodes (*Pterocera*, *Rostellaria*, etc.)

Dans les intercalations marneuses, on commence à trouver les huîtres qui seront abondantes dans l'assise suivante :

Ostrea acanthonota Coq., probablement identique à *O. Tisnei* Coq., du bassin d'Uchaux.

O. caderensis Coq.

O. proboscidea d'Arch., var. *parva*. Je désigne ainsi les petites variétés qui me paraissent identiques à *O. eburnea* Coq., de l'Angoumien du Sud-Ouest.

Cardium hillanum Sow.

Cardita cf. *Nicaisei* Coq.

En général, ces calcaires sont couverts de broussailles et de forêts dans la vallée de l'Oued Lehou, de même que les assises suivantes.

Assise à Hemiaster latigrunda et O. proboscidea T₃. — Elle est principalement constituée par des marnes jaunes identiques, comme aspect, aux intercalations marneuses des calcaires qui sont au-dessous et au-dessus. On peut les étudier principalement dans les ravins de Freau et de Talrempt et dans la vallée de Lehou. En général, elles sont défrichées.

J'ai trouvé dans cette zone :

Hemiaster latigrunda Per. et Gauth. (= *H. Fourneli*, var. *refanensis* Coq.).

Hemiaster Fourneli Desh.

» *oblique-truncatus* Per. et Gauth. M. Peron a constaté

à Batna la présence de cet oursin avec *Linthia oblonga* et *Linthia Verneuli*.

Echinobrissus pseudo-minimus Per. et Gauth., rare.

Trigonia limbata d'Orb., commun.

Janira quadricostata Sow.

Cyprina acutecarinata Coq.

Cardium hillanum Sow., commun.

Ostrea proboscidea d'Arch., var. *media*, commun, se rapprochant de *O. Baylei*.

Ostrea proboscidea d'Arch., var. *parva*.

» » » var. *hippopodium* Coq.

» *acanthonota* Coq.

» *lateralis* Nillson, typique. D'après M. Peron, cette espèce est la même que *O. canaliculata* d'Orb.

Ostrea caderensis Coq., commun. Les exemplaires fixés sont bien de ce type, les individus libres sans côtes se rapportent à *O. plicifera*, var. *ligeriensis*, les individus libres avec quelques petites côtes se rapportent à *O. plicifera*, var. *plicifera*, enfin certains individus très plissés se rapprochent de *O. mornasiensis* Héb. et M.-Ch., du bassin d'Uchaux.

La plupart de ces fossiles sont identiques à ceux du Santonien de Medjez el Foukani, dans la province de Constantine. J'ajouterai qu'ils se rapprochent aussi beaucoup des fossiles d'Uchaux, que l'on place habituellement dans le Turonien.

Dans des couches de passage à l'assise suivante, j'ai trouvé, près de Aïn Tenouflet, au-dessous de l'ancienne route de Tiaret à Frenda, les mêmes *O. proboscidea* avec *Fusus strangulatus* Coq., *Ostrea Boucheroni* Coq. (*O. tevesthensis* Coq. 1862) et *O. semiplana*, var.

Calcaires dolomitiques T₄. — Leur couleur est d'un blanc grisâtre et l'épaisseur totale dépasse 100 mètres. Les bancs sont bien stratifiés en général, mais souvent ils se soudent et constituent des escarpements atteignant quelquefois 20 mètres de hauteur. On peut les étudier principalement sur la rive droite de l'Oued Lehou, où ils forment le bord du plateau du Seressou. Ils sont couverts de forêts.

Sur la rive gauche du ravin de Talrempt, j'ai trouvé quelques fossiles dans de petites zones marneuses intercalées au milieu des bancs dolomitiques. Ce sont :

Cyprina acutecarinata Coq., commun.

Ostrea acanthonota Coq., rare.

» *caderensis* Coq., rare.

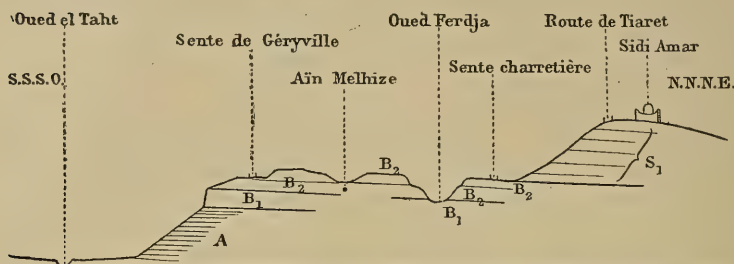
Mais, en général, les fossiles sont très rares.

SÉNONIEN.

Assise à Ostrea semiplana Bothriopygus Coquandi S₁. — Elle est formée le plus souvent de marnes crayeuses blanches avec des bancs de calcaires marneux d'un blanc grisâtre.

Fig. 3.

Coupe prise du Marabout de Sidi Amar à l'Oued el Taht, près Frenda.



A. Marnes argileuses (Oxfordien et Astartien).

B₁. Banc dolomitique formant escarpement

B₂. Sables rougeâtres et dolomie

S₁. Marnes jaunes du Sénonien.

} Jurassique supérieur.

Cette assise repose directement sur le Jurassique à l'est et au sud de Frenda, où j'ai pu observer le contact sur plus de 15 kilom. (fig. 3). C'est une des raisons qui m'ont fait placer, à sa base, la limite du Turonien et du Sénonien.

Près de la fontaine du génie qui se trouve sur la route de Frenda à Tiaret, à l'endroit appelé Hang el Hamar, j'ai recueilli la faune suivante :

Bothriopygus Coquandi Cott.

Echinobrissus trigonopygus Cott.

Plicatula Ferryi Coq.

Acteonella involuta Coq.

Ostrea Peroni Coq.

— *semiplana* Sow.

— *acanthonota* Coq. ? rare.

— n. sp., voisine de *acanthonota*, se rapproche de certaines huîtres du Sénonien supérieur et même du Tertiaire.

Nombreux moules de *Avicula*, *Cardium* et autres bivalves et nombreux oursins peu déterminables se rapprochant de *Hemiaster Fourneli*, surtout des individus provenant de Djelfa.

Cette assise est très riche en fossiles autour du village de Malakou, où les marnes blanches sont pétries de moules de bivalves et de gastéropodes des genres *Natica*, *Crassatella*, *Venus*, *Cardium*, *Cerithium*, *Strombus*, *Rostellaria*, *Pterocera*, etc., etc., avec :

Pholadomya elliptica (Münster) Goldf.

Nerita Fourneli Bayle (*Natica Fourneli* Bayle, *Otostoma Fourneli* Coq.).

Ostrea semiplana Sow., en petits exemplaires très nombreux.

Bothriopygus Coquandi Cott.

Poudingues du Seressou S₁. — L'assise de marnes jaunes est visible surtout sur les bords du plateau, depuis la Montagne Carrée jusqu'à Melakou et Frenda, mais en se rapprochant du centre du Seressou occidental, elle se charge de cailloux roulés de plus en plus abondants et passe bientôt latéralement à une assise entièrement formée de marnes alternant avec des bancs de poudingues.

Argiles gypsifères bariolées et calcaires dolomitiques S₂. — Je n'ai pas trouvé de fossiles dans cette assise, qui repose en concordance sur les marnes jaunes et les poudingues précédents. Elle forme quelques éminences sur le plateau du Seressou, notamment le Djebel Sidi el Abed (montagne carrée des Européens), et les collines du Dj. Lachdar, où se trouvent les trois Djeddar, monuments romains du Bas-Empire. L'épaisseur totale dépasse 100 mètres, dont plus de la moitié pour les argiles gypsifères. Au sud du Lachdar et à l'est de Frenda, cette assise est uniquement formée de calcaires dolomitiques grenus qui constituent les collines de Ternaten, où se trouvent huit autres petits monuments romains (Djeddar), c'est le Djebel Heraoui des Arabes.

Épaisseur totale des couches crétacées du Seressou et de Lehrou. — J'estime qu'elle dépasse 400 mètres, avec plus de 100 mètres d'épaisseur pour chacun des étages : Gault et couches inférieures, Cénomanién, Turonien, Sénonien.

Transgressivité des couches crétacées des environs de Tiaret et de Frenda. — En étudiant les bords du bassin, notamment les rives de la Mina, au-dessus de la cascade, on voit que la mer a occupé successivement la région de l'est à l'ouest, et qu'elle s'est avancée considérablement au début des assises que je rapporte au Gault. Il y a eu ensuite des transgressions locales, puis un second mouvement du nord au sud, au début des assises que je rapporte au Sénonien. La mer s'est étendue alors autour de Frenda jusqu'à la chaîne du Nador et plus au sud dans la direction des Hauts Plateaux du Chott Chergui, où je n'ai pu la suivre. Malgré ces transgressions,

qui sont certaines, car les couches jurassiques sous-jacentes sont bien distinctes, on ne voit pas de discordances dans cette série d'assises crétacées pour les régions centrales.

Comparaisons avec les pays voisins. — A l'ouest de la province d'Oran, on connaît au Maroc des assises à *O. Syphax*, *O. Mermeti* et de la « craie blanche à Foraminifères » qui me paraissent ressembler beaucoup à celles que j'étudie ici (1).

Portugal. — Les études de M. Choffat sur le Crétacé du Portugal permettent de suivre l'analogie plus loin. Il indique la succession suivante :

1° *Grès d'Almargem* au-dessus de l'Urgonien. Je crois que mon assise inférieure leur répond.

2° *Étage Bellasien*, avec faune d'huîtres, telles que *O. praelonga*, *O. Barroisi*, *O. pseudo-africana*. L'étage que j'appelle Gault répond à ces couches.

3° *Le Cénomanien* (Rotomagin et Carentonin) avec pholadomyes, janires, *O. olisiponensis*, *Micropedina olisiponensis*, etc, se rapproche beaucoup de celui de Tiaret. Même le *Sphærulites Sharpei* est encore un point de ressemblance.

Espagne. — Plus au nord, dans la province de Teruel, M. Dereims, notre vice-secrétaire, a trouvé récemment les assises à *O. Pantagruelis* et à *O. conica* avec une huître voisine de la *flabellata*.

M. Chudeau, agrégé-préparateur à l'Ecole normale, vient de constater la présence, dans la province de Soria, des couches à *O. falco*, ainsi que celle d'assises renfermant une huître très voisine de *O. olisiponensis*.

Le faciès à ostracées s'étend donc tout autour, mais à une certaine distance, des chaînes cristallophylliennes du nord de l'Afrique et de la Cordillère bétique.

Algérie, département d'Oran. — Les seuls renseignements importants concernant le Tell et les Hauts-Plateaux Oranais se trouvent dans les divers travaux de M. Pomel. Dans son récent ouvrage (2), ce savant indique la présence du Cénomanien près de Tiaret. Mais je n'ai pas vu, dessous la ville de Tiaret, le terrain jurassique sur lequel reposerait le Cénomanien. Ce contact n'est pas non plus visible dans l'Oued Tiaret où le Cénomanien repose, d'après mes observations, sur le Gault à ostracées ; les assises crétacées sont, du reste, en contact, par faille, avec des assises miocènes ; le Juras-

(1) Bleicher, *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, t. II, p. 315-316.

(2) *Description stratigraphique générale de l'Algérie*, p. 85, 1889.

sique n'est visible qu'au-delà, près de Tagdempt. M. Pomel pense que l'épaisseur totale ne dépasse pas une dizaine de mètres ; je suis cependant certain que l'épaisseur des couches crétacées dépasse 200 mètres dans le ravin de l'Oued Tiaret.

M. Pomel a aussi signalé le Cénomanien chez les Sdama, au nord de Frenda ; d'après ses indications, je vois qu'il y comprend les couches que je rapporte au Gault. Du reste, ce lambeau des Sdama-Krallafa est en continuité complète avec les couches crétacées du Seressou. Il n'en est pas du tout séparé par des assises jurassiques comme le montrait la carte géologique manuscrite exposée dans la section algérienne à l'Exposition universelle de 1889.

Départements d'Alger et de Constantine. — La succession que j'indique dans ce mémoire est bien celle que M. Peron a signalée dans son *Essai sur la géologie de l'Algérie*, en 1883, et dans les *Echinides fossiles de l'Algérie*. J'ajouterai seulement, à propos des assises que je rapporte au Turonien, que la partie inférieure (couches à *O. rediviva* et *Sph. Sharpei*), est considérée comme encore cénomanienne par ce savant géologue et que les assises supérieures à *Cerithium pustuliferum*, *O. caderensis* et *O. acanthonota* sont rangées par lui à la base du Sénonien (Voir les coupes de Batna et de Medjez). Je ne puis cependant pas admettre l'absence du Turonien dans ma série, d'autant plus que beaucoup des fossiles que je cite ont été indiqués comme turoniens par Coquand.

Pour les autres travaux sur l'Algérie, je renvoie aux publications de M. Peron, ne pouvant recommencer ici la discussion des observations antérieures, qu'il a faite d'une façon si complète.

Tunisie. — Les travaux de M. Ph. Thomas (1) ont montré l'extension, dans ce pays, du faciès à ostracées, surtout pour les assises du Gault et du Cénomanien.

Sahara. — L'étude de M. Rolland (2) a fait connaître, dans le Sahara algérien, des couches cénomaniennes et turoniennes se rapprochant tout à fait de celles du Seressou. Entre ces deux régions se trouvent les environs de Djelfa ; pour ces trois points, l'aspect des couches et des fossiles est bien le même et est sensiblement différent des marnes foncées et des fossiles noirâtres de l'Algérie orientale.

Dans le désert Lybique, le Dr Zittel a fait connaître des assises à ostracées dépendant du Crétacé tout à fait supérieur. Elles sont analogues à celles de l'Algérie orientale : je ne les ai pas trouvées dans le département d'Oran.

(1) *C. R. Ac. Sc.* 9 mai 1887.

(2) Crétacé du Sahara septentrional. — *B. S. G.* du 20 juin 1881.

Walther a fait connaître, près des Pyramides, les assises à *O. acanthonota*, *O. Costei*, *Hem. Fourneli*, *Echin. pseudominimus*, etc. (1).

Egypte. — Schweinfurt y a trouvé le Cénomanien à *O. flabellata*, *africana*, *Mermeti* et *olisiponensis*.

Palestine. — Les recherches de M. Louis Lartet ont fait connaître le Crétacé supérieur, à partir du Cénomanien (2). La ressemblance est très grande avec l'Algérie et avec la région que j'ai étudiée. C'est toujours le même faciès à ostracées.

Comparaison avec le Tell Algérien. — Après avoir montré l'étendue de ce faciès à *Ostracées*, je dois rappeler, d'après les travaux de M. Peron, qu'il existe un faciès très différent dans le Tell algérien (partie méditerranéenne de l'Atlas). C'est celui que l'on appelle *faciès pélagique à ammonites*. Ces couches à ammonites du Gault et du Cénomanien se tiennent constamment au nord des couches à ostracées.

M. TOUCAS fait remarquer que d'ordinaire le *Sphærulites* (*Sauvagesia*) *Sharpei* se rencontre avec les caprinelles dans l'étage cénomanien.

M. DOUVILLÉ est de cet avis. Il pense que les transgressions sur lesquelles s'appuie l'auteur pour faire ses divisions ne sont peut-être pas suffisantes pour justifier ces dernières.

M. WELSCH ajoute qu'il est bien certain de la succession qu'il indique, mais qu'il n'est pas aussi sûr que ses étages répondent, point par point, à ceux que l'on a établis en Europe, d'autant plus que tous les géologues ne sont pas d'accord, même en France, sur les limites des étages. Un *Sphærulites*, très voisin, si ce n'est lui, du *Sph. Sharpei*, a été indiqué par M. Peron dans la zone à *Belemnitella plena* du bassin de Paris. Cette zone est placée par MM. Douvillé, Peron, etc., à la partie supérieure du Cénomanien, tandis que MM. Hébert, Munier-Chalmas, etc., en font la base du Turonien.

M. le Dr Lemoine fait une communication sur la dentition des Mammifères de la faune cernaysienne (3).

(1) *Bull. de l'Institut Egyptien* de 1887.

(2) 1873, *Géologie de la Palestine*.

(3) Cette communication n'ayant pas été remise en temps utile au Secrétariat est renvoyée à une séance ultérieure.

M. Michel Lévy présente, au nom de l'auteur, la note suivante :

Description des Syénites néphéliniques de Pouzac (Hautes-Pyrénées) et de Montréal (Canada) et de leurs phénomènes de contact.

par M. A. Lacroix.

(Pl. IX-XII).

Les études récentes ont prouvé la grande dissémination des *Syénites néphéliniques* (1) considérées pendant longtemps comme spéciales à quelques régions septentrionales.

Le but de ce travail est de décrire les roches provenant de deux gisements différents que j'ai eu l'occasion d'étudier plus particulièrement. Je passerai successivement en revue la syénite néphélinique de Pouzac (Hautes-Pyrénées) et celle de Montréal (Canada).

Les mêmes types se trouvent dans ces deux gisements, mais le second est beaucoup plus complet en ce sens qu'il offre une série de roches beaucoup plus variée. C'est ce qui justifie la description simultanée que je donne de ces deux gisements.

I.

SYÉNITE NÉPHÉLINIQUE DE POUZAC.

Le gisement de syénite néphélinique de Pouzac se trouve près de la halte du chemin de fer, située à environ 1 kilomètre de ce village, au nord de Bagnères-de-Bigorre. Les travaux du chemin de fer ont fait disparaître une partie de l'affleurement que l'on n'observe plus que sur quelques centaines de mètres. La roche est en général très altérée; une petite carrière a été ouverte au milieu d'elle pour l'extraction de ses arènes. C'est la *Sablière de Pouzac*.

La roche dont nous nous occupons est connue depuis longtemps, mais c'est Goldschmidt qui, le premier, y a signalé (2) la néphéline.

(1) J'emploie l'expression de *syénite néphélinique* au lieu de *syénite éléolithique* généralement usitée dans la nomenclature française. L'éléolithe ne pouvant être séparée de la néphéline, il est plus logique d'employer cette dénomination.

(2) Ueber Verwendbarkeit einer Kaliumquecksilberjodidlösung für mineralog. und petrograph. Untersuchungen. *Neues Jahrb. für Min. Beil.* Bd. I. Heft 2, 1880.

Je l'ai moi-même étudiée dans deux notes publiées dans les Comptes-Rendus (1); enfin M. Frossard a appelé l'attention sur elle à plusieurs reprises (2). Elle perce une brèche en partie calcaire accompagnant une diabase ophitique et se trouve en contact avec des calcaires jaunes dont l'âge exact n'est pas nettement établi, mais qui sont vraisemblablement crétacés.

La syénite intacte ne se rencontre qu'en boules arrondies que l'on trouve çà et là dans la sablière au milieu de la roche sableuse. Elle est grise, extrêmement dure. On y distingue à l'œil nu des cristaux d'amphibole noire, des grains de sphène et de grenat jaunes, disséminés dans un mélange de feldspath blanc et de néphéline grise. Lorsque la roche s'altère, la néphéline est rosée. Sur quelques points, l'amphibole devient beaucoup plus abondante: la roche prend une couleur foncée; elle est alors fréquemment parcourue par des veines blanches, presque exclusivement feldspathiques, mais renfermant du grenat jaune rougeâtre et de l'épidote.

L'examen microscopique montre les éléments suivants: *sphène*, *magnétite*, *ilménite*, *apatite*, *zircon*, *lâvénite*, *amphibole*, *pyroxène*, *biotite*, *sodalite*, *néphéline*, *feldspaths*, divers produits secondaires: *cancrinite*, *mésotype*, *hydronéphélite*, *micas blancs*, *épidote* (3), etc.

L'*apatite* est surtout abondante dans les parties de la roche riches en silicates ferrugineux. Elle se concentre souvent dans l'amphibole, et se présente avec ses caractères habituels. Elle est d'ordinaire riche en fines inclusions noires.

Le *zircon* est rare; dans les parties de la roche très altérées on le rencontre cependant en petits cristaux octaédriques incolores présentant les formes b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), $b^{1/3}$ (332), m (110); cette dernière forme est toujours très réduite.

Le *sphène* est extrêmement abondant. Ce minéral se trouve toujours en cristaux nets; j'en ai pu extraire un certain nombre de la roche décomposée, riche en amphibole. Ils sont jaune citron, sont aplatis et constitués par les formes $d^{1/2}$ (111) dominantes, m (110) et h^1 (100) (toujours très réduite). En lames minces on voit souvent les clivages m (110) très nets.

(1) C. R. Ac. Sc., 4 avril 1888 et 12 mai 1890.

(2) C. R. Ac. Sc., 12 mai 1890. — Bull. soc. géol., 3^e série, XVII, 318. — Bulletin Soc. Ramond, 1888, etc.

(3) M. Frossard a trouvé dans une druse de la roche de petits cristaux de *barytine* associés à de la calcite. On rencontre aussi un produit micacé, blanc nacré, hexagonal, se rapprochant de la chlorite de Mauléon (*leuchtenbergite*). Il est fréquent dans la roche altérée.

La *lâvénite* forme de rares cristaux allongés suivant la zone verticale. Les mâcles suivant h^1 (100) sont fréquentes et parfois polysynthétiques. Dans g^1 (010), n_p fait un angle de 30° avec c . Le minéral est jaune ou brun châtaigne. Le maximum d'absorption a lieu suivant n_g c'est à dire qu'il est transversal à l'allongement. La biréfringence maximum atteint 0,03.

Le plus abondant des minéraux colorés est l'*amphibole*. Dans certains points de la Sablière, on trouve des roches exceptionnelles renfermant près de la moitié d'amphibole. Elles sont profondément altérées, tombent en poussière, et il est possible d'en extraire des cristaux d'environ deux millimètres de longueur très allongés suivant l'arête verticale et dans lesquels on observe m (110), h^1 (100). Les essais au chalumeau faits sur ces cristaux montrent qu'ils sont très fusibles, colorant la flamme en jaune. Leur fusibilité est plus grande que celle de la hornblende, moindre cependant que celle de l'*arfvedsonite* du Groenland.

L'examen d'un grand nombre de lames minces fait voir qu'il existe deux variétés d'amphibole, l'une brune, l'autre verte. La seconde n'est qu'une modification de la première et l'on trouve tous les passages de l'une à l'autre.

Le polychroïsme est toujours très intense et l'on observe suivant les variétés :

n_g = brun	vert plus ou moins foncé
n_m = brun rouge	vert foncé
n_p = jaune brunâtre	jaune verdâtre.

Les mâcles suivant h^1 (100) parfois polysynthétiques sont fréquentes. On observe aussi des mâcles en croix.

L'angle d'extinction dans g^1 (010) est d'environ 12° .

La bissectrice est négative (n_p).

Toutes ces propriétés se rapprochent de celles de l'amphibole sodique de la syénite néphélinique du Langesundfjörd, amphibole qui a été décrite récemment par Brögger (1) sous le nom de *barkévicite*. J'ai pu comparer les deux minéraux à l'aide d'un échantillon que j'ai recueilli en 1883 dans le gisement de wöhlérîte des environs de Barkévik et d'un autre qui m'a été remis par M. Flink.

La couleur verte se développe sur le bord des cristaux ou à l'intérieur de ces derniers, sous forme de facules. Quelques cristaux d'amphibole d'un vert très intense, passant au bleu, suivant n_g .

(1) Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit Und Nephelinsyenite. — *Zeitsch. für Krystall.* Bd. XVI, p. 412, 1890.

et rappelant par leurs teintes de polychroïsme l'arfvedsonite du Groenland ont été trouvés en longues baguettes, entourant ou encauchonnant du pyroxène.

Les produits d'altération de l'amphibole sont intéressants à étudier. Fréquemment, on voit les longs cristaux de ce minéral se transformer en *mica vert*. Celui-ci s'accrole par une face p (001) sur les facès de la zone prismatique de l'amphibole. Les traces des clivages des deux minéraux étant parallèles, les teintes de polychroïsme étant voisines dans l'un et dans l'autre, il est souvent facile de confondre ces deux substances au premier examen. Dans beaucoup de cas, la transformation est plus complète, l'amphibole est comme corrodée; parfois même elle disparaît plus ou moins complètement, laissant un espace vide, dans lequel se développe le mica. Tantôt ce mica forme de grandes lamelles remplissant le moule du cristal d'amphibole disparu, en enveloppant des fragments encore intacts de ce bisilicate, (ces derniers étant fréquemment entourés d'une zone de petits grains de magnétite), tantôt au contraire, le mica forme de petites plages stalactiformes d'un vert clair, souvent associé d'une façon pegmatoïde avec de l'épidote. Ces transformations d'amphibole en mica rappellent la *ptérolithe* qui, d'après Brögger (1), est également un produit d'altération de la barkévicite. L'examen de la ptérolithe m'avait fait voir autrefois que le mica était constitué par une association pegmatoïde de ce minéral et d'un pyroxène vert que Brögger a identifié avec l'œgyrine.

Ces pseudomorphoses ne diffèrent donc dans les deux gisements que par la nature du minéral associé au mica comme produit secondaire (épidote dans un cas, œgyrine dans l'autre).

Dans plusieurs cas, j'ai observé l'association pegmatoïde d'épidote et d'amphibole.

Le *pyroxène* n'existe pas d'une façon aussi constante que l'amphibole à laquelle il est souvent associé. Il est légèrement polychroïque. On observe :

$$\begin{aligned} n_g &= \text{gris verdâtre clair} \\ n_m &= \text{brun violacé clair} \\ n_p &= \text{jaune clair.} \end{aligned}$$

De même que l'amphibole, il verdit souvent sur les bords, chacune des teintes citées plus haut présente une nuance verte plus ou moins foncée.

Les angles d'extinction dans g^1 (010) atteignent 45°. Goldschmidt (2)

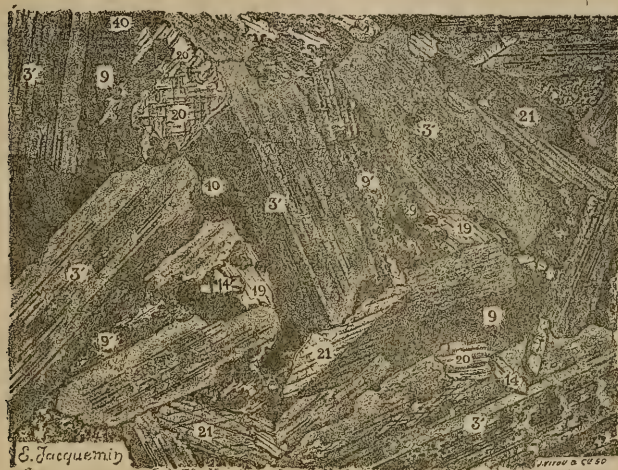
(1) Op. cit. 418.

(2) Op cit

a déjà décrit la structure zonaire et en sablier que l'on y rencontre parfois.

Le pyroxène est rarement entouré d'*œgyrine* ou transformé à sa périphérie en ce minéral (fig. 1). Ce dernier se distingue facilement

Fig. 1. — *Syénite néphélinique* de Pouzac.



3' Feldspaths, 9 Néphéline, 9' Néphéline avec mica blanc secondaire.
14. Sphène. 19 Biotite. 20 Pyroxène, entouré d'*œgyrine* (20'). 21. Amphibole.
29 Magnétite. 40 Sodalite.

du pyroxène normal par sa couleur verte et son polychroïsme plus intense, sa biréfringence plus grande et la petitesse de ses angles d'extinction, enfin le signe négatif de son allongement. Fréquemment aussi, les cristaux de pyroxène sont entourés par une zone d'épidote secondaire, offrant en lames minces l'aspect d'une bordure de mousse. On a vu plus haut que parfois il se développe autour du pyroxène de l'amphibole verte.

Les micas appartiennent soit au groupe de la biotite, soit à celui des micas blancs hydratés.

La *biotite* est d'un vert dont l'intensité varie suivant les échantillons. Le polychroïsme est toujours très intense avec :

n_g = vert d'herbe allant jusqu'au noir.

n_p = jaune.

La mica stalactiforme dans l'amphibole est parfois d'un vert très clair. Les variétés les plus foncées de ce minéral se trouvent en

général dans les cristaux ayant une existence propre. Ce mica est sensiblement à un axe.

Quant au mica blanc, il est toujours un produit secondaire formé aux dépens des feldspaths et surtout de la néphéline et de la sodalite. Il sera étudié plus loin en même temps que ces minéraux. Notons cependant en passant que plusieurs fois j'ai rencontré des lames de biotite entourées de mica blanc, les deux minéraux ayant une orientation unique.

La *sodalite* se trouve soit en cristaux à formes propres, b¹ (110) inclus dans les feldspaths, soit en petites masses moulant ces minéraux. La sodalite est fréquemment transformée en mica blanc secondaire ne différant pas de ceux qui épigénisent la néphéline.

On rencontre la *néphéline* (éléolithe) en grandes plages sans formes propres remplissant les interstices laissés entre eux par les feldspaths (Pl. IX, fig. 3 et 5). Elle est rarement complètement intacte. Ses clivages m (1010) sont très nets, souvent accompagnés d'un clivage suivant p (0001). Le minéral est très limpide, différant en cela du feldspath qui l'entoure. La biréfringence est très faible; l'extinction parallèle au clivage prismatique, le signe négatif de cette zone d'allongement ainsi que la croix noire vue en lumière convergente dans les sections p ne laissent pas de doute sur la véritable nature de ce minéral facilement attaquable par les acides.

Les produits d'altération sont nombreux; on peut distinguer quatre modes de transformation communs à la sodalite et à la néphéline: 1° transformation en zéolithes (*mésotype* et *hydronephélite*); 2° transformation en mica blanc (*gieseckite*); 3° transformation en *grenat*; 4° transformation en *cancrinite*.

Transformation en zéolithes : Les produits de cette transformation rappellent les *spreusteins* de la syénite néphélinique du Lange-sundfjörd décrits pour la première fois par Blum et étudiés à nouveau par Brögger (1). La néphéline et la sodalite sont remplacées par un agrégat de petites fibres ou de petites lamelles un peu plus biréfringentes que les feldspaths. Lorsqu'on peut distinguer une direction d'allongement, on voit qu'elle est positive. En lumière convergente on trouve des plages montrant la croix des minéraux à un axe positif, et d'autres plages montrant une bissectrice positive avec un écartement d'axes voisin de 100° (2 E). Ces substances s'attaquent en faisant gelée par les acides, les liqueurs provenant de l'attaque sont riches en soude et en chaux. Ces propriétés font penser que ces zéolithes sont constituées par un mélange de *méso-*

(1) Op. cit. 232.

type et d'*hydronéphélite* (1). L'*hydronéphélite* découverte par Clarke et Diller (2) dans les produits de décomposition de la néphéline de la syénite néphélinique de Litchfield (Maine) a été retrouvée par Brögger (3), dans la variété de *spreustein* décrite par Paijkull sous le nom de *ranite*. J'ai pu comparer les propriétés de l'*hydronéphélite* de Litchfield que je dois à l'obligeance de M. Clarke, et de celle que j'ai recueillie à l'île de Lâven avec celle de Pouzac et constater leur analogie.

Transformation en mica : Cette transformation est de beaucoup la plus abondante à Pouzac. Le long des clivages largement ouverts de la néphéline (Pl. IX, fig. 4), s'accroissent des lamelles d'un mica potassique incolore à deux axes rapprochés, qui, peu à peu, épigénisent complètement la néphéline, la transformant en un produit analogue à la *gieseckite* du Groenland et à la *liebenérite* de Predazzo. Souvent ce développement de mica blanc est accompagné d'une formation de calcite. Lorsqu'on examine à la loupe la syénite de Pouzac, la néphéline transformée en zéolithes présente en général une teinte rougeâtre, tandis que celle qui est intacte ou en voie de transformation en mica est d'un gris plus ou moins verdâtre.

Transformation en grenat : Le grenat se développe en petites masses entre les clivages de la néphéline (Pl. IX, fig. 5), ou bien il remplit complètement les espaces occupés primitivement par ce minéral (fig. 2 et Pl. IX, fig. 3).

Fig. 2. — Syénite néphélinique de Pouzac.



3' Anorthose. 9 Néphéline. 9' Hydronéphélite. 14 Sphène. 19 Biotite. 20 Pyroxène.
21 Amphibole. 29 Magnétite. 25 Grenat. L. Lâvénite.

(1) Il m'a été impossible d'isoler les deux minéraux de manière à vérifier la composition de chacun d'eux en particulier.

(2) *American Journal of Science*, XXXI. 265, (1886).

(3) *Op. cit.* 234.

Il se distingue facilement par sa très forte réfringence; sa biréfringence s'élève jusqu'à 0,009. Les anomalies optiques sont constantes et se rapportent au type de l'*ouwarowite*. Les rhombododécaèdres b^1 (110) sont constitués par douze pyramides orthorhombiques hémimorphes dont chacune a sa bissectrice aiguë *positive* perpendiculaire à sa base. Ce minéral possède toutes les propriétés chimiques d'un grenat pauvre en fer.

Transformation en cancrinite. La cancrinite est rare, elle épigénise la néphéline par le procédé ordinaire qui sera décrit plus loin à Montréal; lorsqu'on la rencontre à Pouzac, c'est toujours en grandes plages (Pl. IX, fig. 5⁹).

Les feldspaths sont: l'*orthose*, l'*anorthose*, des associations microperthitiques d'*orthose* et d'*albite*, et l'*oligoclase*. On éprouve parfois au premier abord quelque difficulté à distinguer dans les sections p (001) l'anorthose, dont les bandes hémotropes s'éteignent à 1° ou 2° environ de part et d'autre de la ligne de macle, des associations microperthitiques d'*orthose* et d'*albite*, cette dernière s'éteignant à 4° environ de la ligne de macle. La distinction est aisée si l'on place la plage dans la position d'éclairement commun (1). L'anorthose se montre alors sous la forme d'une plage homogène (Pl. X, fig. 3, A'), tandis que dans le cas d'un assemblage complexe (même figure, B'), on voit l'albite se séparer de l'orthose grâce à sa biréfringence plus grande. Dans les sections g^1 (010), l'anorthose s'éteint à 12°. Dans les associations microperthitiques, l'orthose présente son extinction caractéristique de 5° et l'albite celle de 20°.

L'ordre de consolidation des différents éléments de cette syénite est très facile à établir.

L'ilménite, l'apatite, le sphène sont, comme toujours, les premiers éléments consolidés; puis, viennent les minéraux ferrugineux: pyroxène et amphibole. Ce dernier minéral moule en général le pyroxène, quoique quelques exemples inverses aient été observés.

La biotite est nettement postérieure aux deux bisilicates; une partie de ce minéral est un produit secondaire formé en même temps que les micas blancs, etc.

La sodalite se trouve parfois incluse dans les feldspaths, mais il faut reconnaître que la formation de la plus grande partie de ceux-ci a précédé la cristallisation de la sodalite et de la néphéline. La structure de la roche tire son principal caractère de l'aplatissement des feldspaths suivant g^1 (010). Ces cristaux sont enchevêtrés

(1) Michel Lévy, *C. R. Ac. Sc.* XCIV, 93 et 178, 1882. — *Bull. Soc. minér.* VI. 219, 1883.

les uns dans les autres, englobant les minéraux de cristallisation antérieure. Quant à la sodalite et à la néphéline, elles ont rempli tous les vides laissés entre eux par les feldspaths (Pl. IX, fig. 3, 4, 5).

Au cours de ce travail, à la suite de la description de chaque roche, j'emploierai les formules proposées par M. Michel Lévy. Elles présentent le très grand avantage de résumer en une ligne la composition minéralogique d'une roche et permettent ainsi facilement de la comparer avec les types voisins. L'intérêt de ce genre de notation n'échappera à aucun pétrographe ; il est à désirer que son emploi se généralise. Il permettra, en effet, aux pétrographes des diverses écoles d'avoir un langage figuratif facilement compréhensible, représentant les faits d'observation et indépendant des théories servant de base aux classifications étrangères et rendant si différentes les nomenclatures pétrographiques.

Rappelons que « ces notations (1) se résument par l'emploi de la première lettre des minéraux composants, majuscule pour les séries ferrugineuses, minuscule pour les éléments incolores. Ceux qui sont accidentels seront en italique ; ils seront rangés de gauche à droite dans l'ordre de leur consolidation la plus habituelle. Les éléments de première consolidation sont désignés par une barre supérieure, ceux du second temps par une barre inférieure. On fait précéder les symboles des minéraux par des lettres grecques désignant la structure caractéristique de la roche. »

Dans le cas qui nous occupe, ces lettres ont les valeurs suivantes : Γ = structure granitoïde (δ grenue, ω ophitique) ; T = structure microlitique (δ grenue, μ microlitique).

Les minéraux seront représentés de la façon suivante :

F ₁ magnétite	F ₇ sphène	P ₄ augite	h méilite	a ₃ albite
F ₂ ilménite	F ₉ grenat	A ₁ Amphibole sodique	a ₁ orthose	t ₁ oligoclase
F ₅ apatite	O olivine	A ₃ » brune	a ₁ ' microcline	t ₂ labrador
F ₆ zircon	P ₁ œgyrine	M biotite	n néphéline	a ₂ anorthose
			s ₁ sodalite	

Dans le cas particulier de la syénite néphélinique de Pouzac, la formule de la roche sera :

$$\Gamma \delta - \overline{(F_{1.2.5.6.7}) (P_4 A_3 M) s_1 (a_{1-3} a_2 t_1)} \underline{s_1 n.}$$

Le premier temps de consolidation peut être divisé en trois phases, la première est caractérisée par la cristallisation des éléments F_(1.2.5.7), la seconde par la formation des minéraux ferromagnésiens, la troisième enfin par celle d'une partie de la sodalite et

(1) Michel-Lévy. *Structure et classification des roches éruptives*. Baudry, Paris 1889.

des feldspaths. Ces trois phases correspondent au premier temps de consolidation des granites.

La période pendant laquelle s'est effectuée la cristallisation de la sodalite et de la néphéline est l'équivalent du deuxième temps de consolidation des granites (formation de l'orthose et du quartz).

La formule donnée plus haut ne tient pas compte du temps pendant lequel la roche a été modifiée par les actions secondaires, transformant la néphéline en mica blanc, en zéolithes et en cancrinite, les feldspaths en mica blanc, le pyroxène et l'amphibole en biotite et en cæcyrine. Consécutivement le grenat, l'épidote, la calcite se sont développés dans toute la roche et principalement au milieu des espaces occupés par la néphéline et la sodalite. Bien qu'elle n'ait environ que 400 mètres d'épaisseur à Pouzac, la syénite néphélinique est loin d'être homogène, la formule donnée représente le type le plus complet. Les variétés les plus habituelles proviennent de variations dans la proportion relative des divers minéraux colorés de la première phase et des produits secondaires.

Le sphène est d'autant plus abondant que la roche est plus riche en bisilicates. On trouve des types de roches de couleur foncée, extrêmement riches en bisilicates et pauvres en néphéline; ces roches sont en général parcourues par des veinules exclusivement feldspathiques. Elles s'observent particulièrement en haut de la Sablière vers le sud. Elles sont très décomposées; il est facile d'en isoler des cristaux de sphène, jaune citron, de la forme $d^{1/2}$ (111), m (110), h^1 (100) atteignant un millimètre. C'est dans les veines feldspathiques que se recueillent des fragments de grenat suffisamment gros pour se prêter à l'étude optique. Il est accompagné d'épidote m (110), h^1 (100), a^2 (102), a^1 (101), $d^{1/2}$ (111), $d^{1/4}$ (221).

Dans d'autres variétés, les éléments colorés manquent presque complètement et la roche, surtout composée par des éléments blancs, se charge souvent de rosettes de mica blanc secondaire. La disparition de la néphéline et de la sodalite conduit aux veinules signalées plus haut au milieu des roches très riches en minéraux ferrugineux.

Modifications endomorphes. — Le contact immédiat de la syénite néphélinique et des brèches calcaïres est difficile à voir par suite de l'altération profonde des deux roches et des éboulements. Cependant, sur la route qui conduit à Bagnères, à 30 mètres environ de la Sablière, on observe les faits suivants :

Après avoir dépassé la syénite (fig. 3, s et s'), on rencontre une zone d'argile renfermant des blocs de calcaire cristallin blanc qui

seront étudiés plus loin, puis on trouve un banc de calcaire, la brèche ophitique et enfin la diabase ophitique massive (fig. 3).

Sur la salbande, la syénite se transforme en une roche blanche

Coupe théorique du talus de la route de Pouzac à Bagnères, au-dessus de la halte.



Fig. 3.

S. Syénite néphélinique de la Sablière. *s'* Syénite affectée par le métamorphisme endomorphe (Les fig. 1 et 2 de la Pl. II représentent des préparations minces taillées dans cette roche *m.* Zone argileuse renfermant les blocs de calcaire cristallin. *c.* Masse calcaire faisant partie du conglomérat (*b*), la partie pointillée est plus cristalline que la partie restée blanche. *b.* Brèche ophitique à fragments de diabase (dominants) et de calcaire. *O.* Diabase à structure ophitique. La partie supérieure de la coupe, étant en partie éboulée, n'a pas été détaillée.

compacte, se brisant en fragments anguleux. L'examen microscopique montre que cette roche est entièrement feldspathique et qu'elle est le résultat d'une modification endomorphe de la syénite avec laquelle elle présente de nombreux passages. Sa compacité explique pourquoi elle a, mieux que cette dernière, résisté aux actions secondaires. J'ai recueilli des échantillons identiques en haut de la sablière et toujours à proximité du contact.

Cette roche possède deux temps de consolidation bien distincts (Pl. X, fig. 1). Le premier est uniquement constitué par de l'orthose et de l'oligoclase. Les grands cristaux sont disséminés dans un magma feldspathique composé de microlites d'orthose et d'un feldspath triclinique présentant de très fines lamelles hémitropes qui s'éteignent entre les nicols croisés sous des angles de 1° à 2° dans la zone d'allongement. Peut-être y a-t-il aussi de l'anorthose.

Ces microlites ont leurs bords irréguliers, indécis, souvent frangés, tantôt ils sont petits, raccourcis, tantôt au contraire allongés.

La texture du magma du second temps n'est pas moins variable. Dans certains cas, les microlites sont disposés sans ordre, pêle mèle; (Pl. X, fig. 1); d'autres fois, ils s'alignent, donnant lieu à une structure fluidale très nette; parfois même, ils se disposent radialement de façon à former des rosettes ou même des sphérolites (Pl. X, fig. 2).

La roche est fréquemment vacuolaire; les cavités et les fissures sont remplies par de la calcite et du mica blanc. Les mêmes miné-

raux accompagnés de *rutile*, *zoïsite*, *épidote*, se développent également en abondance dans le magma lui-même.

La formule d'une semblable roche est la suivante :

$$T\mu - \overline{a_1 t_1}$$

On voit qu'elle diffère de la syénite néphélinique par la disparition des minéraux des deux premières phases du premier temps et par la substitution d'une venue feldspathique microlithique aux minéraux sodiques (néphéline, sodalite).

Cette roche est remarquable par la comparaison qu'elle suggère avec les vraies *phonolites* feldspathiques. On sait que les syénites néphéliniques du Portugal et du Brésil sont accompagnées par des roches analogues, que M. Rosenbusch désigne sous le nom de *tinguaites* (1). Ces roches sont généralement considérées comme la forme d'apophyses de la syénite néphélinique.

J'ai eu à ma disposition une série de syénites néphéliniques de la Valle de Garganta, Serra de Monchique (Portugal) et d'autres de la Serra de Tinguá et de la Serra dos Pocos de Caldos (Brésil), que M. Orville Derby a envoyées à M. Fouqué. Quelques-unes d'entre elles ne diffèrent de celle qui nous occupe que par la présence de l'œgyrine. Ce minéral n'existant pas à l'état normal dans la syénite de Pouzac, il est naturel de ne pas le rencontrer dans sa forme de contact.

Cette roche est également comparable aux types de contact des syénites des environs de Marydal, près Christiania, et à quelques orthophyres (*rhombenporphyre*) de la même région. J'ai recueilli en 1885, et notamment à Bygdö, une collection de ces roches déjà décrites par Brögger (2) : quelques-unes d'entre elles diffèrent peu de celle qui nous occupe.

Modifications exomorphes. — La zone argileuse citée plus haut renferme des fragments de calcaire cristallin; de plus, la partie de la brèche calcaire qui se trouve du côté de la syénite est très cristalline sur quelques mètres, au-delà desquels le calcaire est jaune plus ou moins terreux. Les calcaires cristallins renferment, les uns des grains arrondis de pyroxène en partie serpentinisé, les autres de grands cristaux hyalins de *dipyre*, de l'*actinote*, de la *pyrite*, etc. Ces minéraux (3) semblent être dus à l'action de la syénite, mais on

(1) Rosenbusch. *Mikroskopische Physiogr. der Massiven Gesteine*, 1887, p. 628.

(2) *Die Silur. Etage*. 2. u. 5.

(3) L'impossibilité où l'on se trouve de voir le point précis de contact avec le calcaire, me force à faire quelques réserves au sujet des cristaux de dipyre et d'actinote.

ne trouve rien qui se rapproche de ce qui sera décrit plus loin au sujet de la syénite néphélinique de Montréal. L'action métamorphique de cette roche éruptive me semble très limitée à Pouzac, et c'est à une autre cause qu'il faut, à mon avis, attribuer la formation des nombreux minéraux des calcaires qui s'observent jusqu'à Bagnères, minéraux dont on doit la complète énumération à M. Frossard (1).

II

SYÉNITE NÉPHÉLINIQUE DE MONTRÉAL (CANADA)

Les environs immédiats de Montréal (Canada) présentent un vif intérêt à cause des nombreuses roches éruptives que l'on y rencontre. En 1888, j'ai eu l'occasion de parcourir très rapidement cette région, et j'ai recueilli quelques documents sur ces roches. Grâce à l'obligeance de M. Harrington, qui a bien voulu me faire accompagner par un de ses élèves au Mont-Royal, j'ai pu en voir les points les plus intéressants.

Les terrains sédimentaires de Montréal appartiennent au Silurien inférieur (*Chazy et Trenton formations*) recouvert par du Quaternaire (*Pléistocène*).

La partie la plus inférieure (*Chazy formation*) a environ 60 mètres d'épaisseur, et consiste surtout en calcaires dans lesquels on a trouvé (2) :

<i>Rhynchonella plena</i>	<i>Malocystites Murchisoni</i>
<i>Orthis borealis</i>	<i>Blastoidocrinus carchariædens</i>
<i>O. platys</i>	<i>etc., etc.</i>

Le groupe de Trenton a environ 180 mètres d'épaisseur; il est formé par des calcaires noirs bitumineux ou gris dans lesquels on trouve :

<i>Stenopora fibrosa</i>	<i>Lingula quadrata</i>
<i>Chætetes lycoperdon</i>	<i>Tyrtodonta Huronensis</i>
<i>Glyptocrinus ramulosus</i>	<i>Murchisonia bellicincta</i>
<i>Columnaria alveolata</i>	<i>Pleurotomaria subconica</i>
<i>Tetradium fibratum</i>	<i>Conularia Trentonensis</i>
<i>Ptilodictya acuta</i>	<i>Asaphus megistos</i>
<i>Strophomena alternata</i>	<i>Trinucleus concentricus</i>
<i>Leptaena sericea</i>	<i>Bathyrurus extans.</i>
<i>Orthis lynx</i>	

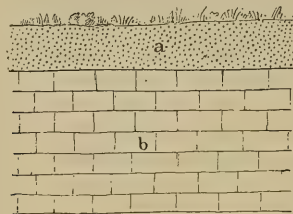
(1) Bull. Soc. Ramond, 1888.

(2) Harrington in Dawson. *Hand-book for the Dominion of Canada prepared for the meeting of the british association for the advancement of sciences at Montreal 1884*. Montréal 1884, p. 234.

La ville de Montréal est construite sur le Quaternaire qui recouvre immédiatement les assises paléozoïques. Au nord de la ville, de grandes carrières (*Mile End quarries*) sont ouvertes dans le calcaire de Trenton.

Sur le front de taille de ces carrières, on voit très nettement la formation quaternaire reposant sur le calcaire dont la surface (fig. 4)

Figure 4. — Coupe prise à la Mile End quarry.



a. Quaternaire à Saxicava.

b. Calcaire de Trenton.

porte parfois des stries glaciaires; certains bancs sont d'une richesse incroyable en fossiles qui jonchent le sol de la carrière; on y rencontre :

<i>Mytilus edulis</i>	<i>Mya truncata</i>
<i>Astarte Laurentiana</i>	<i>M. arenaria</i>
<i>Tellina proxima</i>	<i>Natica clausa</i>
<i>Tellina græntlandica</i>	<i>Trichotropis borealis</i>

D'après Harrington, on a trouvé sur le revers du Mont-Royal, au village Côte-des-Neiges, les couches quaternaires avec fossiles marins à 136 mètres au dessus du niveau actuel de la mer.

Les calcaires paléozoïques sont traversés par un grand nombre de roches éruptives qui constituent une série d'éminences. Montréal est bâtie au pied de l'une d'elles, le Mont-Royal.

Le Mont-Royal est constitué en grande partie par des roches granitoïdes basiques (*diabase*, *gabbro*, *teschénite*) traversant les formations paléozoïques. A l'ouest de ce massif, se trouve une masse de *syénite néphélinique* (1) plus récente qui métamorphose le calcaire de Chazy. Une large carrière (Corporation Quarry) a été ouverte pour l'empierrement au contact de cette roche éruptive et

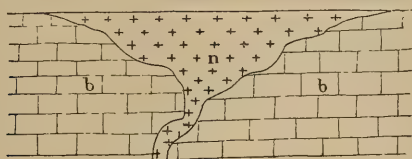
(1) Dans la *Geology of Canada* (1866) les premières de ces roches sont décrites sous les noms de *doitérite*, *pyroxénite*, les secondes sous celui de *trachyte* et de *phonolite*.

du calcaire. C'est dans cette carrière que j'ai recueilli les principaux échantillons qui ont servi à ce travail.

Les massifs éruptifs et les calcaires paléozoïques des environs de Montréal sont percés par un nombre considérable de filons de roches éruptives noires compactes, dont quelques-uns n'ont que quelques centimètres d'épaisseur, tandis que d'autres atteignent plusieurs mètres. Ces filons, dont les directions s'entrecroisent, sont constitués par des roches du groupe de la *syénite néphélinique* et du groupe des *porphyrites* (*porphyrites micacées*, *amphiboliques*, *augitiques*) et des *néphélinites*, etc. (fig. 5).

Toutes ces roches semblent être d'âge silurien, car si à Montréal

Figure 5. — Coupe prise à la Mile End Quarry.



n. Néphélinite.

b. Calcaire de Trenton.

même leur gisement n'indique que leur âge minimum, il faut tenir compte de l'observation faite par les géologues canadiens (1) de l'existence de cailloux roulés de porphyrites identiques à celles des dykes de Montréal, trouvés dans les conglomérats de l'île de Sainte-Hélène, près Montréal. Ces derniers alternent avec des calcaires à *Favosites Gothlandica*, *Orthis oblata*, *Strophomena rhomboïdalis*, *Rhynchonella ventricosa*, *Pentamerus galeatus*, *P. pseudo-galeatus*, fossiles caractéristiques du Silurien supérieur (*Lower Helderberg*). Il reste cependant quelque incertitude, ces mêmes calcaires et brèche étant percés par un filon de *néphélinite*. Quoi qu'il en soit, une notable partie de toutes ces roches éruptives date certainement du milieu de la période silurienne.

L'examen des relations mutuelles de toutes ces roches constituerait une étude du plus haut intérêt. Le peu de temps que j'ai pu consacrer à cette région, à la fin d'un long voyage, ne m'a permis que de recueillir quelques notes, surtout intéressantes au point de vue pétrographique.

Bien que ce travail soit spécialement consacré à l'étude des

(1) Harrington. *Geological Survey of Canada. Report of Progress for 1877-78.* 42 G.

syénites néphéliniques, je décrirai rapidement les diverses roches qui les accompagnent : a) diabases et teschénites; b) groupe des porphyrites; c) syénite néphélinique.

a) DIABASES ET TESCHÉNITES.

Les *diabases* peuvent être bien étudiées au Mont-Royal aux alentours du cimetière. Elles forment là une masse importante, recoupée de filons et présentent de remarquables variations de composition minéralogique, d'aspect extérieur et de structure. Il est probable qu'il existe là moins une masse éruptive unique qu'une succession de roches de composition minéralogique voisine. Le peu de temps que j'ai pu consacrer à l'étude de ce point ne me permet pas de résoudre la question.

Les roches que j'ai recueillies dans une tranchée d'environ 50 mètres de long, ouverte sur un des côtés du cimetière, oscillent entre une *diabase* parfois riche en olivine et des roches granitoïdes à néphéline (*teschénites*). Les minéraux de toutes ces roches, qui proviennent notoirement d'un même magma, présentent les mêmes caractères. Nous les passerons rapidement en revue.

L'*apatite* est toujours abondante en cristaux atteignant un demi millimètre et renfermant des inclusions ferrugineuses. Le *zircon* est rare.

Le *sphène* est souvent abondant, soit en cristaux indépendants, soit en plages provenant de la transformation de l'*ilménite*. Cette dernière est accompagnée parfois de *pyrite*, qui est partiellement transformée en *limonite* et qui moule tous les éléments de la roche.

Le *péridot* n'offre rien de particulier dans ses propriétés, il est en général intact.

Le *pyroxène* appartient à deux variétés qui passent de l'une à l'autre; l'une vert clair, l'autre violacée, rappelant les augites titanifères. Un même cristal est souvent zoné, les bandes alternatives étant de couleur différente. Le polychroïsme est souvent net, le maximum ayant lieu pour les deux variétés suivant n_g . Ce pyroxène renferme fréquemment de fines inclusions noires analogues à celles du diallage; mais ces inclusions, au lieu d'être disposées régulièrement comme dans ce dernier minéral, se localisent dans certaines des zones d'accroissement et notamment dans les zones violettes qu'elles contribuent à colorer et à rendre polychroïques. (1) Les

(1) Le péridot, le pyroxène et même les feldspaths renferment des inclusions globuleuses ou en formes de cristaux négatifs souvent remplies par des produits secondaires.

mâcles polysynthétiques suivant h^1 sont fréquentes. Les extinctions sont celles de l'augite (n_g à 38 ou 39° de c), elles diffèrent parfois d'un ou deux degrés dans les zones successives d'un même individu. On observe souvent la macle en sablier.

L'*amphibole* est d'un brun rouge foncé suivant n_g et n_m , jaune clair suivant n_g . Le polychroïsme est intense. Cette amphibole verdit parfois sur les bords. Elle présente dans certains cas de fines inclusions analogues à celles du diallage. Les mâcles suivant h^1 (100) ne sont pas rares, l'angle d'extinction dans g^1 (010) atteint 23°.

Le *mica noir* rappelle l'amphibole par ses teintes de polychroïsme.

Le *feldspath* triclinique présente les extinctions du *labrador*; il est quelquefois transformé en mica blanc secondaire; les mâcles, suivant les lois de l'albite et de la péricline sont souvent très fines. La *sodalite* en rhombododécaèdres b^1 renferme en très grande quantité des inclusions ferrugineuses qui permettent de la distinguer de la *néphéline* au milieu de laquelle elle se rencontre fréquemment. Il existe parfois des sphérolites de *clinocllore* secondaire. L'apatite et l'ilménite sont les éléments les premiers formés; le sphène est en partie ancien et en partie formé par voie secondaire au dépens de l'ilménite; puis, viennent le péridot, le pyroxène et l'amphibole. Ces deux éléments sont presque toujours intimement associés et l'on peut se demander si, au moins en partie, l'amphibole n'est pas un produit de transformation du pyroxène qu'elle englobe.

Dans quelques cas, on voit les deux minéraux cristallographiquement associés comme dans les cas habituels d'ouraltisation. Mais le plus souvent, les bords des deux minéraux sont finement découpés et sont engrenés les uns dans les autres en sutures persillées (Pl. X. fig. 5).

La biotite présente des associations analogues et avec l'amphibole et avec le pyroxène. Le même minéral se développe fréquemment autour de l'ilménite. Parfois il s'associe sous forme de pegmatite avec le pyroxène stalactiforme.

La néphéline et la sodalite sont les derniers éléments de la roche postérieurs aux feldspaths.

L'existence ou l'absence de l'olivine, d'une part, de la néphéline et de la sodalite, de l'autre, permettent d'établir parmi ces roches quatre groupes distincts :

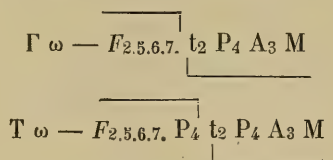
- 1° Diabases amphiboliques et micacées;
- 2° Diabases à olivine;
- 3° Teschénites;
- 4° Teschénites à olivine.

Diabases. — L'absence de clivage suivant h^1 (100) dans l'augite me fait considérer la roche comme une diabase et non un gabbro. La structure est franchement ophitique. Tous les éléments colorés, pyroxène, amphibole et même mica, moulent les feldspaths. Ces derniers sont aplatis suivant g^1 (010). Dans un grand nombre de roches, indépendamment des plages ophitiques, on trouve mélangés aux feldspaths des grains arrondis de pyroxène. Ils se trouvent entre les cristaux de feldspath. Dans quelques cas, ils sont accompagnés de feldspath également grenu, formant une roche mi-partie grenue, mi-partie ophitique.

Dans le même gisement, on trouve des roches à grains fins constituées par un mélange de sphène, de feldspath triclinique, de pyroxène, d'amphibole et de biotite. Ces éléments ferrugineux sont ou grenus, ou en petites plages associées ophitiquement au feldspath. Au milieu de ces minéraux, sont disséminés de grands cristaux de pyroxène dont la bordure seule moule les petits cristaux de feldspath (*structure ophitique*). Ce sont des cristaux de formation intratellurique (1^{er} temps), qui ont continué à s'accroître pendant la cristallisation des éléments du 2^e temps de consolidation, et qui, par suite, présentent avec les feldspaths les mêmes relations que le pyroxène du magma de second temps des roches ophitiques normales.

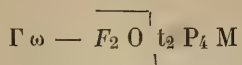
Nous nous trouvons ici en présence d'une roche entièrement cristallisée mais possédant deux temps distincts de consolidation, conduisant à des roches microlitiques. Les porphyrites augitiques et micacées, qui seront décrites plus loin, en dérivent d'une façon évidente.

Ces différentes diabases peuvent être représentées par les formules suivantes :



La *diabase à olivine* est pauvre en amphibole ou même dépourvue de ce minéral. L'olivine est grenue, le pyroxène disposé en plages ophitiques avec les feldspaths.

Les éléments blancs dominant sur les éléments colorés, à l'inverse de la roche précédente, aussi sa couleur est-elle beaucoup moins foncée. L'apatite, le sphène sont rares et même souvent absents. La formule du type moyen de la roche est la suivante :

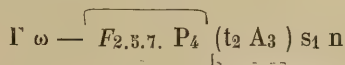


Teschénite. — Cette roche ne diffère, au point de vue minéralogique, de la diabase que nous avons décrite plus haut, que par l'existence de minéraux postérieurs à la formation des feldspaths. Ces minéraux sont la *néphéline* et la *sodalite* (Pl. X, fig. 5). Le pyroxène, au moins en grand partie, semble être antérieur aux feldspaths. On trouve bien sur le bord de grands cristaux de pyroxène entourés d'amphibole, des dispositions ophitiques, mais le pyroxène lui-même n'y participe que peu ou pas du tout, la cristallisation du feldspath date du moment où le pyroxène corrodé commençait à se nourrir d'amphibole. Au point de vue de la période de cristallisation, cette amphibole est comparable à la bordure des grands cristaux de pyroxène du premier temps des diabases précédentes (page 528).

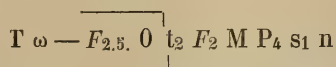
Les feldspaths sont très nettement aplatis et parfois disposés en groupements ophitiques par rapport à la *néphéline* et à la *sodalite* qui les englobent.

La formation de l'amphibole me semble marquer le commencement du deuxième temps de cristallisation que l'on doit diviser en deux phases : la première consistant dans la cristallisation simultanée de l'amphibole et du feldspath aplati, la seconde dans celle de la *néphéline* et de la *sodalite*.

La formule de cette roche est donc :



Teschénites à olivine. — Ces roches ne diffèrent des diabases à olivine et à structure ophitique que par l'existence de *néphéline* et de *sodalite* en grains arrondis disposés entre les cristaux de feldspath (Pl. X, fig. 6). La composition de la roche peut être représentée de la façon suivante :



L'existence simultanée dans ces roches du feldspath triclinique et de la *néphéline* ainsi que leur structure grenue et ophitique les font rentrer dans le groupe des *teschénites* de MM. Fouqué et Michel Lévy, que M. Rosenbusch désigne actuellement sous le nom de *theralite*.

M. Harrington (1) a décrit un dyke d'une roche noire renfermant

(1) *Geological Survey of Canada* op. cit. 45 G.

des cristaux de hornblende et de mica, ainsi qu'une grande quantité d'*analcite*. Il signale en outre dans la roche l'absence de pyroxène et l'existence de pseudomorphoses d'olivine. Cette roche a été observée par l'auteur au Réservoir de Montréal ; il l'a désignée sous le nom de teschénite, à cause de l'existence de l'*analcite* qui, on le sait, est caractéristique de la teschénite de Teschen. D'après la description d'Harrington, cette roche doit être rapportée à l'un de nos types de porphyrites décrites plus loin. Il n'y a pas constaté l'existence de la néphéline.

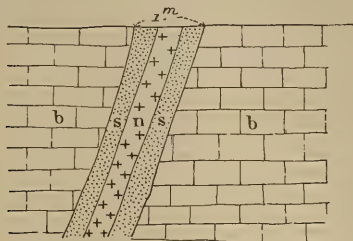
Ainsi qu'on a pu le voir plus haut, nos teschénites ne diffèrent en somme des diabases que par l'existence de la néphéline et de la sodalite. Leurs caractères extérieurs sont les mêmes ; aussi n'ai-je pu les distinguer sur place et savoir quelles sont leurs relations mutuelles. Proviennent-elles de filons différents ou sont-elles le résultat d'une sorte de liquation effectuée dans le magma d'une même éruption ? Je pencherai plus volontiers vers la seconde hypothèse. Nous avons vu à Pouzac, et nous verrons plus loin à Montréal même, les proportions de néphéline et de sodalite varier dans un même massif de syénites néphéliniques d'une façon considérable depuis un maximum parfois très élevé jusqu'à 0. Les roches microlitiques qui nous restent à étudier vont nous montrer des variations du même ordre, et il est très intéressant de voir dans cette région, ainsi qu'au Brésil et dans beaucoup d'autres gisements, la syénite néphélinique accompagnée de roches de basicité différente, parfois riches en néphéline, roches qui représentent les différents termes plus ou moins basiques d'un même magma initial. Remarquons que la syénite néphélinique est ici précédée et suivie de roches plus basiques qu'elle.

b). GROUPE DES PORPHYRITES.

Les nombreux filons minces de roches, dont nous avons signalé l'existence plus haut et que l'on peut bien étudier dans les Mile End quarries, présentent des caractères communs bien qu'elles appartiennent à des types pétrographiques différents. Elles sont noires, compactes, parfois à grains extrêmement fins, tenaces à la manière des basaltes ; d'autres variétés renferment de grands cristaux de pyroxène et d'amphibole de plusieurs millimètres, disséminés dans une pâte noire compacte. Les filons très minces sont spécialement constitués par le premier type ; il n'est pas rare de trouver un filon mesurant quelques décimètres dont la partie centrale est porphyrique, alors que les salbandes ne renferment plus trace de grands

cristaux (fig. 6). Toutes ces roches sont fortement imprégnées de calcite secondaire qui rend parfois difficile leur étude. Elles constituent une famille géologique analogue à celle des *porphyrites* que

Fig. 6. — Coupe prise dans le Mile End quarry.



n s Filon de néphéline (compacte sur les salbandes (s), porphyroïde au centre (n) coupant le calcaire de Trenton (b). La partie gauche de la figure 4 de la planche X représente la structure de n; la partie droite de la même figure représente celle de s.

M. Michel Lévy a décrites dans le Morvan (1) et rentrent pour la plupart dans le groupe des *lamprophyres* de M. Rosenbusch.

L'examen microscopique permet d'y retrouver les types minéralogiques suivants : *porphyrites micacées*, *porphyrites amphiboliques*, *néphélinites*. La plupart des *porphyrites micacées* sont formées exclusivement par des microlites d'oligoclase accompagnés de fines paillettes de mica; ces dernières épigénisent parfois de longues baguettes qui semblent avoir été primitivement formées de pyroxène ou d'amphibole. Quelques échantillons renferment en outre du pyroxène grenu qui forme dans la roche de petits paquets entourant des plages de fer titané. Celui-ci est souvent transformé en sphène (leucoxène).

Quelques filons sont plus basiques (*porphyrites labradoriques micacées et augitiques*), et renferment de grands cristaux de pyroxène, d'amphibole brune avec fines inclusions noires rappelant celles du diallage, disséminées dans un magma de pyroxène, mica noir et labrador microlitique.

Les *porphyrites amphiboliques* que j'ai recueillies sont riches en apatite, en grands microlites d'amphibole brune, parfois de pyroxène et d'oligoclase.

Harrington a décrit, sous le nom de diorite et a assimilé à la *camptonite* du New-Hampshire, une roche formant un dyke au Réservoir de Montréal. D'après l'auteur, cette roche renferme 41,94 % de silice. Mes échantillons sont certainement beaucoup

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, VII, 1881.

moins basiques. Un échantillon de porphyrite amphibolique renferme des cavités remplies par la calcite et une zéolithe ayant une biréfringence d'environ 0,01. Elle forme des rosettes à contours vaguement hexagonaux montrant en lumière convergente la croix noire des minéraux uniaxes avec signe négatif. Les sections allongées s'éteignent suivant la direction d'allongement de signe positif. Les extinctions sont parfois un peu moirées. Je n'ai pu isoler cette substance pour la soumettre à un essai chimique. Les propriétés énumérées plus haut font penser à l'*hydronéphélite*. Dans d'autres échantillons, on trouve de l'*analcime*.

J'ai recueilli dans la Corporation quarry des échantillons d'un filon de quelques centimètres d'épaisseur d'une roche noire compacte, perçant la syénite néphélinique (fig. 7 B, pag. 548). C'est une porphyrite presque entièrement vitreuse à structure fluidale très nette. On n'y distingue que quelques microlites aciculaires d'oligoclase noyés dans une matière vitreuse, en partie transformée en calcite et en produits micacés. Elle englobe des fragments de grenat, amphibole, feldspath arrachés à la syénite (1).

Néphélinites. — La plus grande partie des filons des Mile End quarries se rapporte à ce type. L'examen en lames minces montre que ces roches sont exclusivement constituées par des microlites d'augite extrêmement allongés suivant la zone $h^1 g^1$ (100) (010), à formes nettes, enchevêtrés les uns dans les autres.

Ils sont souvent accompagnés d'hornblende brune très polychroïque également en microlites à formes nettes. Lorsqu'il existe de grands cristaux, ils sont formés par de l'augite ou de l'amphibole présentant les mêmes caractères optiques que les microlites des mêmes minéraux.

Tous ces minéraux sont disséminés dans une substance transparente n'agissant pas sur la lumière polarisée, s'attaquant facilement par les acides en faisant gelée. Dans quelques cas, j'ai pu constater l'existence d'une matière biréfringente très attaquable par les acides et qui doit être rapportée à la *néphéline*. Celle-ci, ainsi que la matière vitreuse qui présente les mêmes propriétés chimiques qu'elle, est fréquemment altérée par des actions secondaires. Les vacuoles de la roche sont remplies par de la calcite, parfois accompagnée d'*analcime* et d'autres zéolithes peu biréfringentes. Un échantillon riche en grands cristaux m'a présenté un exemple

(1) Ces porphyrites peuvent être considérées comme la forme microlitique (filonienne) des *diabases* décrites plus haut : les *néphélinites* présentent les mêmes rapports avec les *teschénites*; mais elles sont beaucoup plus basiques que ces dernières.

remarquable de développement secondaire d'*œgyrine*; ce dernier minéral épigénisait les microlites d'*augite* et se développait dans les géodes en fines aiguilles possédant un pointement très aigu, les faibles extinctions dans la zone d'allongement de signe négatif, le polychroïsme énergique avec teinte vert foncé, suivant n_p , enfin la forte biréfringence, toutes propriétés caractéristiques de l'*œgyrine*.

J'ai observé un filon, mesurant environ 1^m d'épaisseur, extrêmement compact sur les bords et riche en grands cristaux d'*augite* au centre. Cette partie centrale offrait la composition la plus complète qui ait été décrite plus haut (Pl. X, fig. 4 à gauche); les salbandes, au contraire, ne renfermaient plus que des microlites de *hornblende* brune avec quelques très rares cristaux d'*augite*, disséminés dans un peu de calcite provenant de l'altération de la néphéline ou de la matière vitreuse. (Pl. X, fig. 4, à droite).

Ces roches, lorsqu'elles ne montrent pas d'une façon distincte la néphéline, présentent la plus grande analogie avec les *augitites* qui accompagnent les porphyrites micacées de plusieurs gisements du Plateau central de la France. La présence nette de la néphéline dans quelques-uns des échantillons, l'existence, dans d'autres, de l'*œgyrine*, et surtout le voisinage d'autres roches à néphéline, permettent de ranger ces roches dans le groupe des néphélinites.

Des roches analogues accompagnent les syénites néphéliniques du Brésil, de la Sierra de Monchique, etc.

La composition minéralogique des roches qui viennent d'être énumérées peut se résumer par les formules suivantes :

<i>Porphyrite micacée</i>	T μ . — $\overbrace{F_{1.5} \quad P_4 \quad M \quad t_1}$
<i>P. micacée augitique à pyroxène et hornblende</i>	T μ . — $\overbrace{F_{1.5} \quad P_4 \quad A_3 \quad P_4 \quad M \quad t_2}$
<i>P. amphibolique</i>	T μ . — $\overbrace{F_{1.5} \quad A_3 \quad t_1}$
<i>Néphélinite</i>	T μ . — $\overbrace{F_{1.5} \quad P_4 \quad A_3 \quad n}$

Il y a lieu de rapporter à cette série géologique une roche en filons dans les grès de Postdam de Sainte Anne, sur les bords de l'Ottawa, près Montréal, roche signalée par Harrington (1). Les hautes eaux ne m'ont pas permis de visiter le gisement; j'ai dû à

(1) Op. cit.

l'obligeance de M. Harrington un petit échantillon de cette roche que M. Rosenbusch (1) cite comme *melilithbasalt* à la suite de celui d'Alnö (Suède) (*alnoït*). L'échantillon que j'ai eu entre les mains renferme, disséminés dans une pâte noire, de larges lamelles de *mica noir* et de gros cristaux d'*olivine*, souvent altérés, qui ont été analysés par Harrington. L'examen microscopique montre des grands cristaux de *magnétite*, *olivine* et *pyroxène*, disséminés dans un magma constitué par de la *magnétite*, du *pyroxène*, de la *biotite*, de la *mélilite* et de la *néphéline* altérée (?). La roche est complètement imprégnée de calcite et riche en cavités remplies par un carbonate rhomboédrique, et par une zéolithe fibreuse à allongement positif (mésotype ?). Les grands cristaux d'*olivine* ont en général, de même que le *pyroxène*, des formes propres; les cristaux de *pyroxène* sont zonés, incolores au centre, brunâtres sur les bords. Les angles d'extinction sont très différents d'une zone à l'autre. Les microlites de *pyroxène* sont allongés suivant $h^1 g^1$ (100) (010). Ils sont moulés par le *mica noir* et constituent avec ce dernier une véritable structure ophitique. Ce *mica* est d'un brun clair en lames minces, le centre du cristal étant souvent moins foncé que la périphérie. Les éléments blancs moulent tous les éléments précédents. La très faible biréfringence de la *mélilite*, jointe à son relief assez énergique, attire l'attention sur ce minéral. Les cristaux aplatis suivant p (001) se présentent sous forme de sections allongées suivant les traces d'un clivage facile p (001). Cet allongement, parallèlement auquel se fait l'extinction est de signe positif. On observe en outre les fines stries perpendiculaires aux clivages, stries si caractéristiques de la *mélilite*.

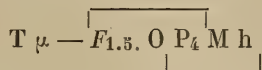
M. Rosenbusch a signalé dans cette roche l'existence de la *néphéline*. L'échantillon que j'ai étudié renfermait de petits amas fibreux, incolores, à extinction longitudinale suivant une zone d'extinction positive. Ils rappellent les pseudomorphoses de *néphéline* en *mica blanc*, mais il ne m'a pas été possible de trouver de *néphéline* intacte. Il existe, en outre, accessoirement, un peu d'*apatite*, et les produits secondaires énumérés plus haut auxquels il faut ajouter une *chlorite* (*delessite*) d'un beau vert malachite.

Cette roche doit être rapportée au groupe des *alnoïtes* de M. Rosenbusch. Pour être logique avec le principe de la classification de MM. Fouqué et Michel Lévy, principe consistant à faire dériver le nom d'une roche microlitique de celui de l'élément blanc dominant, je désignerai cette roche sous le nom de *mélilitite augi-*

(1) *Mikroskopische Physiographie der massiven Gesteine*. 809. (1887).

tique et micacée à pyroxène et olivine. Il est intéressant de remarquer que la *mélilitite* d'Alnö a été trouvée par Törnebohm au milieu d'un massif de syénite néphélinique. Il y a donc une certaine analogie de gisement entre la roche suédoise et celle de S^{te} Anne, qui se trouve non loin des syénites néphéliniques décrites plus loin.

La formule de la roche de S^{te} Anne sera :



L'âge de cette *mélilitite* est certainement le même que celui des roches avoisinantes. Ce fait est digne de remarque, les roches à *mélilitite* ayant été longtemps considérées comme spéciales aux éruptions tertiaires.

c) SYÉNITE NÉPHÉLINIQUE DE LA CORPORATION QUARRY.

Au pied du Mont-Royal, une grande carrière (Corporation quarry) a été ouverte pour l'empierrement des routes ; elle montre à découvert le contact d'une masse de syénite néphélinique d'une part avec les calcaires siluriens (Chazy formation) et de l'autre avec une diabase semblable à celle du cimetière.

Les calcaires sont extrêmement cristallins et, au contact immédiat de la syénite, se sont développés les minéraux étudiés en détail plus loin. Le type dominant de cette syénite néphélinique est celui d'une roche granitoïde dans laquelle les feldspaths gris ou rosés, accompagnés de néphéline et de sodalite, englobent les cristaux allongés d'amphibole, de pyroxène et de mica.

Cette roche renferme des veines pegmatoïdes à grands éléments, montrant très nettement à l'œil nu leurs éléments constitutifs : feldspath blanc, sodalite bleue, éléolithe rosée, ægyrine verte, fluorine violette (analcime, mésotype, etc.). Ces veines pegmatoïdes offrent la plus grande ressemblance avec les roches du Langesundfjörd. Dans mon court séjour à Montréal, je n'ai pu en recueillir que quelques échantillons dans lesquels j'ai trouvé notamment de l'astrophyllite ; il me semble probable que des recherches attentives permettront d'y découvrir d'autres espèces rares.

Ces roches à grands éléments sont à la syénite grenue ce que la pegmatite est à la granulite.

Faute de documents suffisants, je n'ai pas séparé l'étude de ces deux variétés de la même roche. Les minéraux constitutifs de cette syénite sont les suivants : *apatite, magnétite, sphène, zircon, grenat,*

fluorine, astrophyllite, (mosandrite?, allanite?, ænimagtite?), pyroxène, amphibole, mica, orthose, anorthose, oligoclase, albite, néphéline, sodalite, et divers produits secondaires (mica blanc, cancrinite, mésotype, hydronéphéline, analcime).

Le *sphène* est surtout abondant dans les syénites riches en éléments colorés; il forme d'ordinaire de petits cristaux fusiformes identiques à ceux de Pouzac, dans lesquels j'ai observé les formes dominantes $m(110)$, $d^{1/2}(111)$. Il renferme des inclusions de magnétite et d'apatite. Bien que disséminé dans tous les éléments de la roche, le sphène semble avoir subi une attraction de la part de l'amphibole pendant la cristallisation de ce minéral. On voit, en effet, très souvent le sphène et la magnétite se grouper contre un cristal d'amphibole qui renferme, en outre, des inclusions du même minéral.

Le *zircon* est peu abondant et se trouve en gros cristaux qui semblent se rapprocher, par leurs formes, de ceux de Litchfield (Maine), qui se rencontrent dans les mêmes roches. Ces cristaux sont constitués par des octaèdres $b^1(112)$ avec trace de $h^1(100)$. Par leurs propriétés optiques, ils présentent de nombreuses analogies avec les cristaux de zircon des granulites à riebeckite du San Peter's Dome (1) (Colorado). Ces cristaux, dans lesquels la forme octaédrique domine, possèdent fréquemment une structure zonaire. Les diverses zones font voir des différences très sensibles de biréfringence, difficiles à expliquer, la plage restant optiquement homogène. Si, comme le pense M. Mallard (2), le réseau élémentaire du zircon est monoclinique et non quadratique, peut-être pourrait-on supposer que ces variations de biréfringence sont produites par des compensations dues à des groupements microscopiques des lames minces monocliniques constituant l'assemblage quadratique.

Quoiqu'il en soit, ces anomalies sont faciles à constater. Les cristaux de zircon de Montréal atteignent $0^{mm}25$, leurs profils octaédriques sont nets. Les sections parallèles à $p(001)$ sont octogonales (traces de $m(110)$ et $h^1(100)$; les clivages suivant les faces prismatiques sont distincts. On constate l'existence d'un axe optique unique positif, parfois avec une très faible dislocation de la croix.

On voit assez fréquemment un cristal de zircon s'accoler à un cristal d'amphibole.

Dans un échantillon, j'ai observé un zircon semblant mouler une

(1) *C. R. Ac. Sc.*, CIX. 39. 1889.

(2) *Ann. des Mines*, X. 1876.

plage feldspathique. J'ai signalé les mêmes faits dans les roches à riebeckite du Colorado.

L'*apatite* n'offre rien de particulier. Elle est parfois assez abondante. Dans un cristal d'apatite inclus dans un sphène, j'ai vu des inclusions à bulle mobile.

Le *grenat* est très abondant au voisinage du contact avec le calcaire. C'est un grenat mélanite, noir en masse, brun jaune en lames minces; la couleur est variable dans un même échantillon, le centre étant en général plus foncé que la périphérie. Les cristaux atteignent souvent plusieurs millimètres. Ce sont des rhombodécacèdres b^1 (110), souvent réduits à une sorte de squelette qui englobe tous les autres éléments de la roche. Dans quelques cas, on voit de grandes plages de grenat mouler les feldspaths, se glisser dans leurs fissures. On verra plus loin que, dans les zones immédiates de contact, la couleur du grenat est souvent plus variable encore, il devient alors violet. Dans ces conditions, il renferme parfois des inclusions de *pérowskite*, rappelant l'association des mêmes minéraux que j'ai observée dans la syénite néphélinique de Magnet Cove (Arkansas). Aucune anomalie optique n'a été constatée dans ce grenat.

La *fluorine* se rencontre parfois en grandes plages moulant les feldspaths, mais entourées par la néphéline. La fluorine est limpide, incolore, avec facules violettes. Ses clivages a^1 (111) sont très nets et très rectilignes; on y voit des inclusions à bulle mobile. Les plages sont sans aucune action sur la lumière polarisée.

Je n'ai rencontré l'*astrophyllite* que dans un fragment de syénite à grands éléments; on y distinguait à l'œil nu très nettement la néphéline, l'œgyrine, etc. En lames minces, ce minéral saute aux yeux, grâce à sa forte biréfringence, sa belle couleur jaune, avec le polychroïsme très intense suivant :

$$\left. \begin{array}{l} n_g \\ n_m \end{array} \right\} \text{jaune clair}$$

$$n_p \text{jaune d'or.}$$

Les sections sont lamelleuses suivant p (001); aussi, dans les sections perpendiculaires à cette face, voit-on nettement la trace de ce clivage, parallèlement auquel se produisent les extinctions en lumière polarisée parallèle; n_p étant perpendiculaire à p (001), on voit que l'absorption maxima se fait transversalement à l'allongement apparent des sections. Ce caractère permet immédiatement de différencier l'*astrophyllite* du mica qui l'accompagne et qui possède des teintes de polychroïsme se rapprochant de celles que l'on observe dans l'*astrophyllite* suivant n_g et n_m .

La biréfringence maxima n'a pas été mesurée exactement, faute de sections convenables, mais les teintes de polarisation (vert de 2^e ordre) que prend ce minéral conduisent à un maximum de biréfringence ($n_g - n_p$), voisin de 0,05.

Les lamelles d'astrophyllite sont très déchiquetées et les bords souvent entourés partiellement de grains de magnétite.

Dans plusieurs plaques, j'ai trouvé des squelettes allongés d'un minéral qui n'existe plus dans la roche. Ces moules sont remplis par un mélange de fluorine violette, d'œgyrine et de calcite; je me contenterai de signaler l'analogie de ces assemblages avec ceux que l'on observe dans la *mosandrite* de la syénite néphélinique du Langesundfjörd.

De même, j'ai observé un minéral brun, biaxe, ayant la biréfringence et les teintes de polychroïsme de l'*allanite*. Malheureusement, il s'est toujours trouvé en fragments sans forme caractéristique et je n'ai pu le déterminer avec sécurité.

Plusieurs préparations m'ont offert en outre un minéral brun châtaigne, très polychroïque, présentant les propriétés de l'*œnigmatite* (cossyrite). Faute de sections convenables, je n'ai pu établir avec assurance son identité avec ce dernier minéral.

Des recherches ultérieures permettront peut-être d'élucider la véritable nature de ces dernières substances.

Le *pyroxène* est de couleur claire, tantôt violacé pâle, tantôt vert d'herbe. Il est facile de voir que cette dernière variété est une modification de la première. On peut suivre tous les passages de l'une à l'autre; la transformation commence par la périphérie. C'est surtout près du contact de la syénite et du calcaire que ce pyroxène est abondant. Le polychroïsme est à peine sensible dans la variété violacée (avec maximum d'absorption suivant n_g); il est toujours net et parfois assez grand dans la variété verte. On observe alors :

n_g = vert d'eau

n_m = vert clair

n_p = jaune clair

L'angle d'extinction est de 40° à 45° dans g^1 (010); il varie peu dans un même cristal de la zone verte à la zone violacée.

Dans quelques échantillons, j'ai observé des inclusions noires rappelant celles du diallage; ce pyroxène était en partie ouralitisé par une amphibole verte qui conservait les inclusions du pyroxène.

Le pyroxène a, en général, des formes nettes; on trouve dans la zone prismatique m (110), h^1 (100), g^1 (010); parfois, cependant, il se

rencontre en plages squelettiformes et ramifiées ; c'est surtout sur les salbandes et près des contacts que l'on observe ces variétés.

Très souvent le pyroxène est creusé de cavités dans lesquelles ont cristallisé de la biotite et de l'amphibole. En général, la biotite est appliquée par la face p (001) sur une des faces m (110) du pyroxène ; l'axe vertical de l'amphibole est parallèle à celui de son hôte. Il en résulte que dans les sections de l'assemblage appartenant à la zone verticale du pyroxène, les traces de clivages des trois minéraux (pyroxène, amphibole, mica) se trouvent sur le prolongement les uns des autres.

L'*œgyrine* est peu abondante dans la roche normale ; elle se trouve toujours dans les variétés pegmatoïdes de la roche en grands cristaux ou en touffes de petites aiguilles grêles, rappelant celles qui sont fréquentes dans la syénite néphélinique de Magnet Cove (Arkansas) (Pl. XI, fig. 5). De même que dans cette dernière localité, l'*œgyrine* de la Corporation quarry offre deux variétés, l'une d'un beau vert d'herbe, polychroïque, l'autre d'un jaune plus ou moins foncé et à peine polychroïque. Un même cristal offre souvent côte à côte ces deux couleurs ; tantôt c'est la partie verte qui est au centre, tantôt, au contraire, elle se trouve à la périphérie. Des variétés de colorations analogues s'observent dans l'*acmite* de Rundemyr (Norwège), et l'*œgyrine* du Langesundfjörd.

Dans les variétés vertes, le polychroïsme est le suivant :

n_g = vert jaunâtre.

n_m = vert olive.

n_p = vert vif foncé.

Les extinctions à 5° environ dans g^1 (100), l'allongement négatif dû à la position de n_p par rapport à l'axe vertical et la forte biréfringence font vite distinguer ce minéral.

Les clivages m (110) sont extrêmement nets, largement ouverts. Le minéral dont nous nous occupons renferme souvent en inclusions une biotite douée d'un polychroïsme intense variant du jaune d'or au noir. Les grands cristaux sont très riches en inclusions liquides à large bulle.

L'*amphibole* a toujours des formes nettes : ses cristaux m (110), h^1 (100), $b^{1/2}$ (111), p (001) atteignent parfois 5^{mm}. Ils sont très allongés suivant la zone prismatique ; leurs clivages m (110) sont nets. Leur couleur est rarement uniforme, le centre est en général brun, la périphérie verte ; parfois cette transformation en amphibole verte est complète. Cette modification de la couleur, comparable à celle qui a été signalée plus haut dans le pyroxène, est sans doute

due à un changement dans l'oxydation du fer contenu dans ces minéraux; elle n'entraîne d'ailleurs avec elle aucune modification dans les propriétés optiques. Seule l'absorption varie et se manifeste par des colorations différentes. On a :

$$\begin{aligned} n_g &= \text{vert foncé à brun foncé} \\ n_m &= \text{vert sombre à brun rouge} \\ n_p &= \text{jaune clair à brun jaune.} \\ n_m &= n_g > n_p. \end{aligned}$$

Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010).

Dans le plan de symétrie, n_g fait un angle de 42° avec l'axe vertical. La bissectrice est négative n_p . Ces propriétés, jointes à la richesse en soude et à la fusibilité au chalumeau de cette amphibole, la rapprochent de l'amphibole (*barkévicite*) de Pouzac.

Les cristaux d'amphibole sont souvent mâclés suivant h^1 (400); ces mâcles sont rarement polysynthétiques.

L'amphibole est parfois brisée et les fragments ressoudés sur place; ce minéral renferme en inclusions : l'apatite, le sphène, la sodalite, etc., et parfois des inclusions noires rappelant celles du diallage. Souvent un cristal d'amphibole renfermant les minéraux précédents est entouré de cristaux de sphène, magnétite, qui ont été attirés par lui vers la fin de sa cristallisation. Dans certains cas, l'amphibole moule le feldspath et le pyroxène, ou même se développe dans les cavités de ce dernier minéral, cristallographiquement groupé avec lui.

Les *micas* sont fréquents dans ces syénites, soit à l'état de *biotite*, soit comme *micas blancs secondaires*.

La biotite n'a pas de forme propre; sa formation semble être postérieure à celle de tous les éléments colorés de la roche (le grenat excepté). Fréquemment elle moule le feldspath. Sa couleur est un peu variable. Celle qui accompagne l'amphibole est d'un vert foncé; celle qui se trouve avec l'œgyrine et l'astrophyllite, d'un beau jaune d'or. Le polychroïsme est toujours très intense. On a :

$$\begin{aligned} n_g &= \text{vert sombre,} & \text{noir} \\ n_p &= \text{jaune clair,} & \text{jaune d'or foncé} \end{aligned}$$

Remarquons que dans les deux variétés les teintes suivant n_p sont très voisines de celles que l'on observe dans les minéraux (amphibole, astrophyllite) auxquels ces micas sont associés.

La biotite vient parfois cristalliser en formes dendritiques autour de l'amphibole et du pyroxène.

On observe des auréoles polychroïques, développées autour de gros zircons inclus dans ce mica. Parfois, le mica blanc s'associe à

la biotite, celle-ci étant entourée par le mica de nouvelle formation.

En outre, le mica blanc forme de petites paillettes épigénisant, comme on le verra plus loin, et la néphéline et la sodalite.

La *néphéline*, que l'on observe facilement à l'œil nu dans les variétés de la roche à grands éléments, a rarement des formes propres caractérisées par les profils rectangulaires $p(0001)$, $m(10\bar{1}0)$. En général, elle constitue de grandes plages atteignant 2^{mm} et remplissant les intervalles laissés entre eux par les feldspaths (Pl. XI, fig. 4).

Les clivages $m(10\bar{1}0)$ sont souvent très nets. En lumière naturelle, les parties non transformées sont beaucoup plus limpides que celles de l'orthose voisine. Dans les sections éteintes, on constate la croix noire des minéraux uniaxes et négatifs. De même que la sodalite, elle s'altère facilement.

L'on observe alors : 1° la transformation en micas blancs analogue à celle dont le résultat complet conduit à la *gieseckite* ; 2° la transformation en *cancrinite* ; 3° la transformation en *zéolithes* (*mésotype* et *hydronephéline*), etc. Le premier de ces modes de transformation est identique à celui qui a été décrit plus haut dans la néphéline de Pouzac. Lorsque la transformation est complète dans les sections longitudinales du minéral, on voit le moule de la néphéline occupé par des sections transversales de mica allongées suivant n_g et accolées les unes à côté des autres. Dans les sections $p(0001)$ au contraire, ces lamelles se coupent suivant des angles de 120° et 60° formant un feutrage serré.

La transformation en *cancrinite* s'observe surtout dans les syénites néphéliniques à grands éléments et dans les parties voisines du contact avec les calcaires. La marche de l'altération est facile à suivre. La néphéline est craquelée dans tous les sens ; la cancrinite l'imbibe en quelque sorte, se glissant dans les fissures les plus fines ; on la voit gagner de proche en proche, enserrer dans ses replis les derniers fragments intacts de néphéline et parfois la remplacer complètement. (Pl. XI, fig. 4).

A l'inverse de ce qui a lieu pour la transformation en mica, la cancrinite ne donne jamais qu'un cristal homogène ; les particules les plus fines de ce minéral étant toujours, dans un cristal de néphéline donné, orientées avec la masse de la cancrinite ; tantôt l'orientation de ce minéral est la même que celle de la néphéline, leurs axes verticaux coïncidant, tantôt son orientation est quelconque par rapport à celle de la néphéline.

Les propriétés de cette cancrinite sont celles que l'on observe normalement dans ce minéral. Sa double réfraction à un axe

négalif, sa biréfringence élevée ($n_g - n_p = 0,03$), se manifestant en lumière polarisée parallèle par des couleurs vives et lavées, la caractérisent suffisamment.

La transformation en *zéolithes* est analogue à celle qui a été décrite à Pouzac : on observe la formation de *mésotype*, *hydronéphé-lite*, *analcime*, associés dans le même échantillon ou isolés. L'œgyrine est fréquemment associée à ces zéolithes (Pl. XI. fig. 5).

La *sodalite* est extrêmement abondante. Elle se présente, ou bien en cristaux distincts, ou bien en plages moulant les autres éléments. On la trouve associée à la néphéline, mais il semble, dans beaucoup de cas, que la quantité de sodalite soit en raison inverse de celle de la néphéline. Lorsqu'elle est en cristaux, sa forme habituelle est le rhombododécaèdre b^1 (110). Souvent, ces cristaux se groupent pour former d'élégants assemblages.

En général, la sodalite est riche en inclusions. Ce sont, lorsque le minéral est intact, des particules noires opaques, probablement cubiques, dont je n'ai pu déterminer la véritable nature. Souvent elles n'occupent que le centre du cristal dont la périphérie reste pure. Ces inclusions sont d'ordinaire disposées d'une façon irrégulière ; dans quelques cas, on les a vues se disposer suivant des directions parallèles aux faces du cristal. D'autres fois, au contraire, ces directions se coupent entre elles à angle droit et il semble alors qu'elles soient parallèles aux axes quaternaires du cube. Dans d'autres cas, la sodalite renferme de fines aiguilles d'œgyrine. Très fréquemment la sodalite est transformée en produits micacés analogues à ceux que l'on rencontre dans la néphéline.

Lorsque la transformation est complète, on voit les sections hexagonales de sodalite remplacées par un treillis de fines paillettes de mica blanc disposées parallèlement aux faces du cristal. Il est probable que ces micas se disposent suivant les clivages b^1 (110) de la sodalite. Souvent aussi la formation des micas est accompagnée de celle de calcite sous forme de petites taches dépourvues de contours réguliers.

Les cristaux de sodalite ont en moyenne un demi millimètre de diamètre ; cependant, dans les parties de la roche à grands éléments, elle forme parfois des masses bleues visibles à l'œil nu. Elle a pu être analysée par Harrington et possède la composition suivante (1) :

(1) B. G. Harrington. On some Canadian Minerals. — *Trans. Roy. Soc. Canada*, Sect. III, (1886), p. 81.

SiO ²	37.52
Al ² O ³	31.38
Fe ² O ³ et MgO traces	
CaO	0.35
Na ² O	19.12
K ² O	0.78
NaCl	11.39
	100.54

Densité 2.22.

Les feldspaths sont l'*orthose*, l'*anorthose*, plus rarement le *microcline* et des feldspaths tricliniques existant, soit à l'état microperthitique dans l'*orthose*, soit à l'état indépendant.

L'*orthose*, le *microcline* et l'*anorthose* sont souvent piquetés de produits d'altération amorphes qui les rendent troubles en lumière naturelle, alors que les feldspaths tricliniques microperthitiques, qui les épigénisent sur les bords ou les parcourent en fines trainées, restent limpides.

Lorsque la pénétration des deux feldspaths est intime, en mettant l'assemblage dans la position d'éclairement commun des lamelles hémitropes, il est facile de voir si l'on se trouve en présence d'un cristal unique ou d'un groupement microperthitique, les deux feldspaths composants ayant, en général, une biréfringence différente (Pl. X, fig. 3).

Le *microcline*, par ses fines lamelles hémitropes quadrillées, ainsi que par ses extinctions, se distingue aisément de l'*orthose*, qui est assez souvent mâclée suivant la loi de Carlsbad.

L'*anorthose* forme de grandes plages à mâcles souvent ultramicroscopiques. L'extinction se fait jusqu'à 0° dans p (001) et à environ 13° dans g¹ (010) par rapport à la trace du clivage p (001). Ce feldspath offre l'aspect de celui des syénites pegmatoïdes de Norwège et que Brögger désigne sous le nom de *Kryptoperthite* (1).

L'*albite* est très abondante dans les variétés pegmatoïdes. Elle forme des cristaux aplatis suivant g¹ (010) souvent constitués par des lamelles empilées et parfois disposées en gerbes. Les sections p (001) examinées en lumière polarisée parallèle sont moutonnées, constituées par des plages accolées faisant entre elles de petits angles, de telle sorte que la section, au lieu de s'éteindre en une seule fois, donne des extinctions roulantes. Quelquefois le feldspath ne paraît pas mâclé, mais si on l'examine avec un fort grossissement, on voit de fines lamelles suivant la loi de l'*albite*, tantôt régulières, s'étendant d'une extrémité d'une plage à l'autre, mais plus souvent très irrégulières, s'échelonnant en escaliers.

(1) Op. cit. 524.

L'angle d'extinction dans p (001) est de 4° à 5° . Dans g^1 (010), il est de 19° à 20° environ. Dans d'autres cas, les mâcles sont larges, à contours nets. Les deux variétés peuvent se trouver dans le même cristal.

L'albite se trouve soit en cristaux indépendants, soit en microperthite dans les feldspaths précédents. La transformation en albite part en général de la périphérie, puis gagne de proche en proche, donnant des figures capricieuses. Dans de grands cristaux d'albite, il n'est pas rare de voir un petit lambeau de microcline provenant du cristal primitif transformé.

Enfin il existe parfois en quantité assez considérable un feldspath triclinique finement mâclé dont les extinctions sont toujours voisines de 0° dans la zone perpendiculaire à g^1 (010); il doit sans doute être rapporté à un oligoclase. Ce feldspath existe surtout dans les zones de contact.

Cette multiplicité des feldspaths et de leurs associations microperthitiques ne permet pas de les séparer entre eux, et par suite empêche d'effectuer un contrôle chimique des déterminations données plus haut.

Structure. — La structure de la roche qui nous occupe est très variable. Elle a subi des modifications intéressantes sur les bords du massif. Les faibles dimensions de celui-ci, la parfaite conservation des roches qui le constituent, permettraient de faire une étude intéressante à ce point de vue. Le peu de temps que j'ai eu à ma disposition lors de mon voyage ne m'a pas permis d'étudier la question aussi complètement que je l'aurais voulu.

Il y a lieu de distinguer au point de vue de la structure :

1° Un type pegmatoïde rappelant les syénites néphéliniques bien connues du Langesundfjörd;

2° Un type grenû qui semble être le type normal;

3° Enfin, des roches de structure plus variable que l'on observe sur les bords du massif et qui sont le résultat de modifications endomorphes de la roche éruptive.

Dans le type pegmatoïde, les feldspaths sont aplatis suivant g^1 (010). Ils forment une masse à structure intersertale constituant l'ossature de la roche. Les vides laissés entre eux par les feldspaths sont remplis par de la néphéline, de la sodalite, de l'æggyrine, de la fluorine (Pl. XI, fig. 1). Lorsque la néphéline est très abondante, ces cristaux aplatis de feldspath sont disséminés dans de grandes plages de ce minéral; parfois, ils sont groupés en rosettes.

Dans quelques échantillons, les cristaux de feldspath sont de petite taille, ils deviennent plus abondants et la roche prend l'aspect

d'une roche à grands microlites (Pl. XI, fig. 2). La néphéline et la sodalite ont quelquefois alors des formes propres.

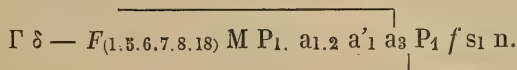
Il n'est pas rare de trouver des échantillons à grands éléments dont les grandes plages feldspathiques (orthose, anorthose, microcline) renferment de nombreux cristaux d'albite aplatis suivant g^1 (010) ou allongés suivant la zone pg^1 (001) (010). Ces derniers, épars sans orientation particulière au milieu des feldspaths potassiques, sont beaucoup plus biréfringents qu'eux. Leurs mâcles, suivant la loi de l'albite, sont larges, à contours très distincts (Pl. XI, fig. 3).

L'astrophyllite, la biotite et une partie de l'ægryrine sont antérieures aux feldspaths. L'amphibole en général est absente.

C'est dans ces syénites pegmatoïdes que l'on trouve en abondance les produits de transformation de la néphéline (mésotype, hydronéphéline, cancrinite) (Pl. XI, fig. 5), accompagnés de grands cristaux d'ægryrine.

Les autres variétés ne renferment pas ce dernier minéral.

La formule de la roche est la suivante (1).



2° *Type grenu normal.* Les roches qui constituent ce groupe sont grises ou rosées. On y distingue à l'œil nu des cristaux prismatiques d'amphibole, disséminés au milieu du feldspath et de la néphéline peu apparente.

Les *feldspaths* (orthose, oligoclase, avec parfois associations micropertitiques d'albite, plus rarement anorthose), sont aplatis suivant g^1 (010). Ils englobent le sphène, l'amphibole très abondante, le pyroxène, le mica, une partie de la sodalite et parfois de la néphéline. Ces derniers minéraux ont alors des formes propres.

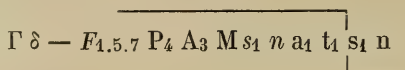
Postérieurement à la cristallisation des feldspaths, s'observe une venue de sodalite et de néphéline, moulant les autres éléments. (Pl. XI, fig. 4).

Parfois les feldspaths sont très grands, offrant la texture intersertale décrite dans le premier type et alors la néphéline et la sodalite ne remplissent plus que leurs intervalles (Pl. XI, fig. 4); dans d'autres cas, au contraire, ils sont moins grands et enclavés alors dans de grandes plages de néphéline.

La *néphéline* est plus ou moins abondante, parfois même elle manque presque complètement.

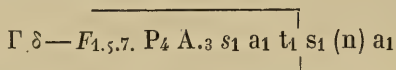
(1) F_{18} = Astrophyllite — f . = fluorine.

La sodalite est alors plus abondante, mais elle se rencontre surtout dans la seconde phase du 1^{er} temps. Les roches pauvres en néphéline ou exemptes de ce minéral offrent un aspect particulier dû à la réduction ou à l'absence du second temps. La formule de cette roche est la suivante :



Une variété intéressante de ce type de structure est constituée par une roche pauvre en feldspath (oligoclase, orthose) du 1^{er} temps et dont la néphéline du second temps est en partie remplacée par de grandes plages non mâclées d'orthose. Elle est riche en sodalite.

Sa formule est la suivante :



C'est le passage aux types de contact dans lesquels le second temps prend une importance plus grande et se modifie.

3° *Types de contact.* — Dans les types de contact, plusieurs variétés de structure peuvent être observées. On les trouve à peu de distance les unes des autres. Tels échantillons recueillis au contact du calcaire présentent une structure à peine modifiée, tandis que d'autres, recueillis à quelques mètres plus loin, montrent au contraire de profonds changements.

Ce sont les roches appartenant au type pegmatoïde qui sont les moins modifiées.

D'une façon générale, la roche s'enrichit en feldspath triclinique du groupe de l'oligoclase ; il s'y développe du grenat, le pyroxène devient plus abondant, il est incolore ou vert très pâle. La bordure des cristaux est en général vert d'herbe ; souvent même la couleur verte gagne le cristal entier. Plus rarement, le pyroxène devient spongiforme à la façon des pyroxènes des gneiss pyroxéniques. En général l'amphibole diminue ou disparaît complètement. La cancrinite devient souvent abondante, soit comme produit de la transformation de la néphéline, soit comme minéral indépendant se formant au contact immédiat du calcaire et de la syénite. (Pl. XII, fig. 4).

Le *grenat* est de formation postérieure à tous les autres éléments. Il est noir en masse, brun rouge en lames minces. Il forme des rhombododécaèdres b⁴ (110) déchiquetés, englobant les divers minéraux de la roche ou venant se mouler sur l'amphibole, le pyroxène, ou le feldspath (Pl. XII, fig. 4 et 4).

Quelquefois aussi, et toujours à quelques centimètres du contact, se développe un peu de wollastonite; mais comme on le verra plus loin, c'est surtout dans le calcaire lui-même que se forme ce minéral.

Au point de vue de la structure, la première variété que nous avons à considérer (Pl. XII, fig. 4), est celle qui se rapproche de la dernière formule donnée plus haut.

Le pyroxène est parfois extrêmement abondant; le feldspath du second temps et la néphéline l'emportent généralement en quantité sur les feldspaths anciens. Là aussi, on observe les mêmes rapports entre la sodalite et la néphéline; les roches riches en sodalite étant généralement pauvres en néphéline.

Le feldspath du second temps est, soit de l'orthose, soit de l'oligoclase. L'anorthose et les feldspaths microperthitiques sont rares ou manquent; la roche est notoirement plus calcique que la syénite normale.

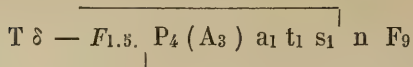
La seconde variété présente, comme la précédente, la prédominance du pyroxène vert clair sur l'amphibole, qui manque assez souvent. Le grenat est fréquent. L'existence de deux temps de consolidation s'accroît, la structure grenue (I') passe à la structure trachytoïde (T), et l'on trouve tous les passages entre la roche normale et des roches que je désignerai sous le nom de *microsyénites*, à cause de leur analogie de structure avec les *microgranites*.

Dans ces roches le magma du second temps, au lieu d'être formé comme dans le type précédent par de grandes plages d'orthose et de néphéline, est constitué par un mélange de petits grains d'orthose, d'un feldspath triclinique (oligoclase, albite) à angle d'extinction voisin de 0°, de néphéline parfois transformée en cancrinite et souvent de pyroxène.

Dans quelques échantillons, au contact du calcaire (Pl. XII, fig. 6), les grands cristaux feldspathiques sont allongés parallèlement au contact. La roche offre alors une sorte de schistosité apparente. Dans d'autres échantillons, les grands cristaux de feldspath, plus rares, sont disséminés d'une façon quelconque dans le magma microgranulitique. Souvent alors, ils ont subi quelques déformations mécaniques (Pl. XI, fig. 6).

Le grenat est de formation postérieure à celle du magma de second temps, dont il moule les éléments (Pl. XI, fig. 6).

Lorsque ce magma du second temps est très abondant, la roche prend en masse un aspect finement grenu. La formule générale représentant ces formes microsyénitiques de contact est la suivante :



Enfin, dans quelques cas plus rares, les éléments feldspathiques du second temps s'allongent et la roche prend l'apparence d'une roche microlitique. La composition minéralogique restant la même, la formule de cette variété ne diffère de celle qui précède que par le remplacement de δ par μ .

Action exomorphe de la syénite sur le calcaire. — On a vu plus haut que le calcaire silurien du Mont-Royal était très cristallin. Au contact immédiat de la syénite dans la Corporation quarry, cette cristallinité est encore augmentée (fig. 7, A). J'ai pu recueillir un

Figure 7. — Coupes prises dans la Corporation quarry.



A. — Contact de la syénite néphélinique et du calcaire de Chazy.

s. Syénite néphélinique. c. Calcaire de Chazy très cristallin. c' Zone métamorphique. La planche XII représente des roches prises en diverses parties de cette coupe.

B. — p. Filonnet de porphyrite très vitreuse dans syénite néphélinique (s).

grand nombre d'échantillons et obtenir des sections minces qui montrent le contact des deux roches. Les minéraux développés par la syénite sont : *pyroxène*, *wollastonite*, *grenat*, *pérowskite* et plus rarement mica, sphène, zircon, feldspath. Le mode d'agencement, les proportions relatives de ces différents minéraux varient énormément d'un échantillon à un autre et même dans les diverses parties d'un échantillon ne mesurant que quelques centimètres. Tantôt, au contact immédiat, on voit se former une zone de grenat brun séparant nettement le calcaire de la roche éruptive (Pl. XII, fig. 3), tantôt, au contraire, les deux roches sont séparées par une zone de cancrinite (Pl. XII, fig. 4). Dans d'autres cas, contre la syénite viennent se développer des agrégats grenus de wollastonite et de pyroxène, n'ayant que quelques millimètres, et au-delà desquels le calcaire à grandes lames ne renferme plus que quelques cristaux épars des mêmes minéraux.

Le *pyroxène* possède les propriétés optiques du diopside, parfois

avec les clivages $h^1(100)$ très développés. Il est ou incolore, ou très légèrement gris violacé; fréquemment aussi il devient vert clair et polychroïque, la coloration gagnant de la périphérie au centre.

La *wollastonite* se rencontre soit en petits grains arrondis, soit en cristaux allongés suivant la zone $ph^1(001)(100)$. Les mâcles suivant h^1 sont fréquentes, parfois polysynthétiques. Toutes les propriétés optiques et chimiques sont celles de la wollastonite ordinaire.

Le *grenat* est ou brunâtre, ou rouge violacé, parfois très foncé. Un même cristal présente souvent des zones différemment colorées. C'est au milieu de ce grenat que l'on trouve la pérowskite qui s'en distingue par sa couleur jaune, sa réfringence beaucoup plus grande et son action sur la lumière polarisée. En lumière polarisée parallèle, on observe les mâcles quadrillées bien connues dans ce minéral. La biréfringence est faible, donnant dans les lames de 0^{mm}02 des teintes bleu sombre de la première gamme. L'association de la pérowskite et de ce grenat est remarquablement analogue à celle que l'on observe dans la syénite néphélinique de Magnet Cove (Arkansas). Un échantillon de schorlomite de ce gisement que je dois à l'obligeance de M. Kunz m'a montré une association en tous points identique à celle qui vient d'être décrite.

Le *mica* est rare, c'est une biotite à un axe, très faiblement colorée en jaune clair.

Quelques échantillons renferment, en outre des éléments cités plus haut, du *zircon* et du *sphène*; ce dernier est particulièrement curieux à cause de son polychroïsme intense avec une teinte rouge sang suivant n_m et n_g et presque incolore suivant n_p .

Tous ces minéraux d'origine métamorphique ne présentent presque jamais de formes cristallines distinctes; ils ont leurs bords et leurs angles arrondis; leur proportion dans le calcaire augmente parfois beaucoup, et devient souvent suffisante pour constituer une sorte de pyroxénite analogue soit aux pyroxénites des gneiss, soit à quelques-unes des roches de contact des diabases du Beaujolais, roches que M. Michel Lévy a décrites sous le nom de *cornes vertes* (1).

La dimension des éléments constitutifs est extrêmement variable.

Tantôt la roche est à grains très fins, et on est obligé d'avoir recours aux plus forts grossissements pour en distinguer tous les détails, tantôt, au contraire, les minéraux constitutifs atteignent

(1) *Bull. soc. géol., 5^e série.* XI. 273 (1883).

un demi-millimètre de plus grande dimension. Il en est de même pour les proportions relatives des différents minéraux. Sur certains points, la roche est formée uniquement de pyroxène, dans d'autres, ce dernier minéral est accompagné de wollastonite et de grenat en égales proportions; dans d'autres, enfin, de grands rhombodécaèdres de grenat creusés de cavités à formes capricieuses sont disséminés au milieu de la wollastonite et de quelques cristaux de pyroxène. Dans toutes ces variétés, la pérowskite et le fer titané manquent rarement. La figure 2 de la planche XII représente le type le plus habituel de la pyroxénite à grains fins. Le grenat moule en général tous les autres éléments, il est moulé par le mica. On constate fréquemment, en outre des minéraux cités plus haut, de l'orthose et de l'oligoclase englobant les minéraux précédents.

Lorsque ces feldspaths sont abondants, il existe parfois une petite zone que l'on hésite à rapporter à la roche éruptive ou à la roche métamorphique. La fig. 5 de la pl. XII montre un cas semblable. La zone grenue est traversée par une veine de cristaux feldspathiques pointant au milieu de grandes plages de cancrinite.

Un échantillon, constitué en grande partie par de la wollastonite, du pyroxène verdâtre et du grenat, renfermait en outre un pyroxène incolore à clivages m (110), h^1 (100) extrêmement faciles, qui était de formation postérieure à tous les autres éléments de la roche et notamment à la wollastonite, chaque cristal de ce dernier minéral étant moulé par une fine bordure de pyroxène. Ces deux minéraux s'associent en formes pegmatoïdes, le pyroxène présentant la même orientation sur une grande surface.

Ce pyroxène pegmatoïde rappelle celui que l'on trouve dans les roches de Jacupiranga (Brésil) accompagnant la syénite néphélinique. Grâce à l'obligeance de M. Orville Derby, j'ai pu comparer les roches des deux gisements (1).

Dans plusieurs cas, les minéraux développés dans le calcaire possèdent une orientation très nette dans une même direction parallèle aux salbandes de la syénite néphélinique. Cette orientation donne à la roche l'aspect d'un cipolin des gneiss.

FILONS MINCES DE ROCHES EN RELATION AVEC LES SYÉNITES NÉPHÉLINIQUES

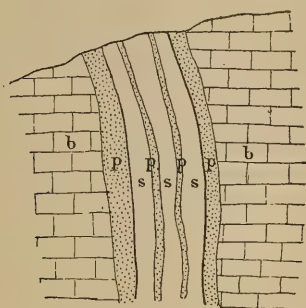
Les calcaires du Mont-Royal sont percés par de nombreux filons

(1) M. Orville Derby a publié sur les syénites néphéliniques du Brésil et sur les roches qui les accompagnent un mémoire important. (*Quater. Journ. of the Geol. Soc.*, t. 48; p. 457) auquel nous renvoyons le lecteur.

minces d'une roche curieuse dont on peut voir de bons exemples dans le chemin qui conduit, à travers bois, de la ville au cimetière.

Ces filons, dont quelques-uns n'ont pas plus de quelques décimètres d'épaisseur, ont un aspect rubanné ; ils sont constitués par une alternance de zones foncées et de zones blanches parallèles aux salbandes, celles-ci étant formées par une zone foncée (fig. 8). Parfois ces différentes zones sont tellement minces, qu'on en observe plusieurs dans une préparation microscopique de deux centimètres de côté.

Figure 8. — Coupe prise au parc du Mont-Royal.



Filon présentant des zones compactes (p) et d'autres granitoïdes (s). La figure 2 de la Planche IX représente une lame mince taillée dans un filon de ce genre. b. calcaire silurien.

Les parties foncées sont noires ou grises, ayant soit l'aspect des porphyrites décrites plus haut, soit l'apparence macroscopique d'une phonolite. Quant aux parties blanches, elles sont constituées par de larges lames de feldspath blanc laiteux.

L'examen microscopique de ces roches montre que les zones blanches sont constituées par du feldspath avec un peu de calcite ou de mica blanc secondaire en lamelles interposées entre les cristaux feldspathiques. Ces feldspaths sont fortement piquetés de très fines paillettes de mica blanc ; c'est à leur présence qu'est dû l'aspect laiteux du minéral vu en masse.

Les feldspaths sont assez variables d'un filon à un autre ; ce sont : *oligoclase*, *orthose*, *anorthose* seuls ou associés ensemble. Les cristaux en général aplatis suivant g^1 (010) sont souvent implantés perpendiculairement aux salbandes du filon.

Dans quelques cas, les feldspaths sont moulés par des plages d'un minéral transformé en fines paillettes de mica (néphéline ?).

Les zones foncées ont une composition plus variable ; leur couleur et leur aspect extérieur sont dus aux proportions plus ou

moins grandes de feldspath ou d'éléments colorés. Les feldspaths sont petits, tantôt arrondis, tantôt allongés suivant la zone pg^1 (010) (010) comme les microlites des porphyrites. Ils englobent de la magnétite, du sphène, du pyroxène, du mica.

Le pyroxène est vert clair, grenu, plus rarement allongé suivant la zone $h^1 g^1$ (100) (010). Le sphène est souvent rose et très polychroïque. Le mica est vert brunâtre, il forme des plages sans contours distincts, moulant le pyroxène.

On observe fréquemment de la pyrite et de la pyrrhotine moulant de petits amas de pyroxène.

Dans quelques cas, les feldspaths sont moulés par une substance gris jaunâtre en lumière naturelle, qui constitue des pseudomorphoses de néphéline en fines paillettes de mica blanc, analogues à celles qui se rencontrent dans les zones exclusivement feldspathiques.

Quelquefois, les éléments colorés se concentrent et forment des amas parcourus par des veinules de grains feldspathiques.

Dans d'autres cas, enfin, le feldspath, au lieu d'être en petits cristaux, forme de grandes plages englobant les éléments colorés.

Suivant que le feldspath est grenu ou allongé, ces roches foncées offrent deux types comparables, l'un aux formes de contact des dykes de syénite néphélinique de la Corporation quarry (feldspath grenu ou en grandes plages), tandis que l'autre (Pl. IX, fig. 2) conduit aux porphyrites micacées décrites plus haut.

La présence des bisilicates nombreux et la petite taille des cristaux établissent une limite toujours brusque entre les zones foncées et les zones blanches.

Les filonnets du Mont-Royal nous montrent en quelque sorte la réduction du grand dyke de syénite néphélinique étudiée en détail plus haut. Ils sont pauvres en néphéline ou dépourvus de ce minéral, soit que le magma initial d'où ils proviennent ait été épuisé en soude, soit que, par leur faible épaisseur, ils aient été entièrement affectés par des modifications endomorphes.

La masse de syénite néphélinique de Corporation quarry est traversée par des filonnets sinueux d'une roche noire empâtant souvent des fragments anguleux de syénite. L'examen microscopique montre qu'elle est constituée par de la magnétite, du sphène, du pyroxène et surtout de longs microlites d'amphibole brune ou verdâtre, noyés dans de grandes plages sans contours géométriques d'orthose non mûlée et plus rarement de néphéline, parfois accompagnée d'un peu d'oligoclase. (Pl. IX, fig. 1). Malgré leur petitesse, les cristaux d'amphibole présentent souvent la macle sui-

vant h^1 (100) et quelquefois de fines inclusions ferrugineuses rappelant celles du diallage et de la magnétite.

Ces microlites d'amphibole sont orientés dans une même direction donnant à la roche une apparente schistosité; ou bien ils sont orientés suivant les contours d'un fragment de syénite englobé, ou bien enfin ils sont disposés d'une façon quelconque. Enfin, dans certains échantillons, le feldspath est grenu ou microlitique et la roche passe à une orthophyre amphibolique.

Un filonnet de la même carrière est même entièrement grenu; les éléments blancs se séparent des minéraux colorés formés en grande partie par un mica verdâtre englobant de petits granules de pyroxène, de sphène et de magnétite.

Phonolites. — Enfin, il faut signaler en terminant des roches à aspect phonolitique que j'ai recueillies en plusieurs points du Mont-Royal et dont M. Harrington m'a donné un échantillon provenant de Merril, près Montréal.

Ces roches sont constituées par de la néphéline, du sphène, de l'œgyrine, de l'orthose et du grenat.

Le *sphène* se présente en grands cristaux analogues à ceux des phonolites. Le grenat est brun et possède des formes nettes h^1 (110).

Le *pyroxène* existe en grands cristaux polychroïques avec :

n_g = vert clair.

n_m = vert olive clair.

n_p = jaune.

Les angles d'extinction dans g^1 (010) dépassent 40° . Toutes les propriétés sont celles de l'augite des phonolites. La structure en sablier est fréquente. Les grands cristaux sont bordés par une fine ligne vert d'herbe foncé, possédant toutes les propriétés de l'œgyrine. Ce dernier minéral se présente également en fins microlites très allongés suivant la zone verticale.

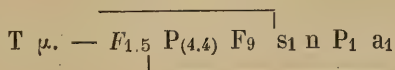
La *sodalite* existe en rhombododécaèdres h^1 (110) renfermant les mêmes inclusions que dans les syénites.

La *néphéline* forme des cristaux p (0001), m (10 $\bar{1}$ 0) très nets, dont les sections rectangulaires ou hexagonales se distinguent facilement au milieu de l'orthose (Pl. IX, fig. 6).

Ce dernier minéral forme de grandes plages mâclées suivant la loi de Carlsbad et aplatis suivant g^1 (010).

La *cancrinite* et la *mésotype* secondaires sont fréquentes.

La roche peut être représentée par la formule suivante :



C'est celle d'une *phonolite*. J'ai eu à ma disposition, grâce à l'obligeance de M. Orville Derby, des phonolites de l'île de Cabo Frio (prov. de Rio de Janeiro), et de la Serra de Tingua au Brésil, phonolites accompagnant les syénites néphéliniques. Elles ne diffèrent de la phonolite de Montréal qu'en ce que l'orthose se trouve en microлитes allongés au lieu d'être en grandes plages. On a vu plus haut que c'est à ce type microlitique que se rattachent les formes de contact de la syénite néphélinique de Pouzac.

La plupart des auteurs qui ont étudié récemment les syénites néphéliniques, et notamment MM. Brögger, Törnebohm, van Werweke, Orville Derby, etc., ont montré combien étaient fréquents les changements de structure dans les syénites néphéliniques, suivant qu'on les considérait en masses épaisses ou en filons minces. L'étude des gisements de Pouzac et de Montréal vient confirmer ces résultats.

On voit en résumé que les syénites néphéliniques étudiées dans ce mémoire sont des roches grenues à deux temps de consolidation très distincts. Il existe de grandes variations dans la nature, l'importance relative des divers minéraux qui constituent le premier temps. Quant au second temps, principalement formé de néphéline et de sodalite, il renferme parfois en outre des feldspaths.

Les phénomènes de contact observés sur le bord des massifs des syénites néphéliniques conduisent à des types de roches très voisins de ceux que l'on constate dans des filons minces associés à la même roche.

La différence existant entre ces roches modifiées et la syénite néphélinique normale consiste principalement dans l'exagération du second temps de consolidation. La syénite, de grenue ($T\delta$) qu'elle était, devient trachytoïde (T) : le magma du second temps étant tantôt microgranulitique ($T\delta$), *microsyénite*, tantôt microlitique ($T\mu$), *phonolite* (tinguaite).

Il me semble intéressant de reproduire ici, ensemble, les formules des syénites néphéliniques décrites dans ce mémoire : elles rendront plus nettes les remarques qui viennent d'être exposées.

MONTRÉAL

POUZAC

TYPES GRENUS	$\Gamma \delta - \overline{F_{1.5.6 \ 8.18} \ M \ P_1 \ a_{1-2} \ a'_1 \ a_3} \ \underbrace{P_1 \ f \ s_1 \ n}$	
	$\Gamma \delta - \overline{F_{1.5.7} (P_1 \ A_3 \ M) \ s_1 \ n \ a_1 \ t_1} \ \underbrace{s_1 \ n (a_1)} \quad \Gamma \delta - \overline{F_{(1 \ 2 \ 5.6.7)} (P_1 \ A_3 \ M) \ s_1 (a_{1-3} \ a_2 \ t_1)} \ \underbrace{s_1 n.}$	
TYPES TRACHYTOÏDES	de contact $\left\{ \begin{array}{l} T \delta \\ T \mu \end{array} \right\} - \overline{F_{1.5} P_4 \ A_3 \ a_1 \ t_1 \ s_1 \ n \ F_9}$	$T \mu - \overline{a_1 \ t_1}$
	de filon $\left\{ \begin{array}{l} T \mu \end{array} \right\} - \overline{F_{1.5} \ P_{1-4} \ F_9 \ s_1 \ n \ P_1 \ a_1}$	

Ce tableau montre en outre que le gisement de Montréal est beaucoup plus complet que celui de Pouzac. En effet, à Pouzac, nous ne trouvons pas la forme pegmatoïde de la syénite néphélinique, renfermant le plus grand nombre d'éléments rares; les formes de contact grenues ne se présentent pas non plus, il n'existe pas de filons minces de la même roche.

Cependant, le type moyen des roches des deux gisements est très sensiblement le même, tant au point de vue de la structure qu'à celui de la composition minéralogique. Quant aux phénomènes de métamorphisme endomorphe, ils sont comparables, puisqu'ils conduisent dans les deux cas à des roches à deux temps de consolidation (exclusivement microlitiques à Pouzac, grenues ou microlitiques à Montréal). Les modifications exomorphes apportées par la syénite sur les calcaires sont extrêmement réduites à Pouzac, tandis qu'elles s'observent sur une grande échelle à Montréal. Cette différence est sans doute due aux faibles dimensions (400 m. environ de plus grande dimension) de la masse de syénite néphélinique de Pouzac, mais il faut remarquer que dans ce gisement l'observation du contact *immédiat* avec les calcaires est rendu impossible par le mauvais état des affleurements, tandis qu'à Montréal il est possible de mettre la main sur le point précis de rencontre des deux roches éruptives et sédimentaires.

Il ressort de cette étude, que le pointement de syénite néphélinique de Pouzac, unique dans son genre dans les Pyrénées, ne constitue pas malgré son exigüité une roche anormale, qu'elle est

analogue comme structure et comme composition minéralogique aux syénites néphéliniques qui, depuis quelques années, ont été trouvées en divers points du globe (Portugal, Brésil, Etats-Unis, etc.) où elles jouent un rôle géologique important.

Il est intéressant de remarquer que les syénites néphéliniques de ces deux gisements sont venues au jour à des époques très différentes. Celle de Montréal date du Silurien moyen, celle de Pouzac perce des calcaires que l'on s'accorde généralement à considérer comme crétacés et cependant leur structure et leurs compositions minéralogiques sont identiques.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE IX

Syénite néphélinique de Montréal (Canada) et de Pouzac (Hautes-Pyrénées)

Figure 1. — La partie supérieure de la figure représente une syénite composée des éléments suivants : (20) pyroxène, (21) amphibole, (14) sphène, (40) sodalite, (6) oligoclase moulés par de la sodalite (40) et de l'orthose (3). La partie inférieure de la figure montre un filonnet de la roche constituée par des microlites d'amphibole disséminés dans un magma d'orthose. Corporation quarry (Montréal).

Figure 2. — Filon mince de syénite du Mont-Royal, montrant l'alternance de zones exclusivement feldspathiques (orthose (3), oligoclase (6) ; les parties noires représentent des pseudomorphoses micacées de néphéline), et de zones à grains plus fins renfermant, en outre des minéraux précédents, des grains de pyroxène et des paillettes de mica.

Figures 3, 4 et 5. — Syénite néphélinique de Pouzac. La légende est commune à ces trois figures : (3') anorthose et association micropérititique d'orthose et d'albite (1), (9) néphéline transformée partiellement en mica blanc dans la figure 4, en cancrinite 9' (fig. 5), (25) grenat, (19) biotite, (20) pyroxène, (21) amphibole, L lâvenite (fig. 3).

Figure 6. — Phonolite en filons minces (Montréal) : (14) sphène, (9) néphéline (sections rectangulaires et hexagonales), (40) sodalite, microlites d'œgyrine non numérotés, (20) pyroxène. Tous ces éléments sont disséminés dans de l'orthose (3), qui fait le fond de la roche.

PLANCHE X

Roches à néphéline de Pouzac et de Montréal

Figure 1. — Roche de contact de la syénite néphélinique de Pouzac. Grands cristaux d'orthose (3), d'oligoclase (6), disséminés dans un magma microlitique constitué par de l'orthose et de l'oligoclase avec paillettes de mica blanc secondaire (2).

Figure 2. — Même roche sans grands cristaux ; les microlites sont en partie groupés en sphérolites.

(1) Par suite d'une erreur du graveur, les feldspaths des Planches IX (fig. 3, 4, 5) et XI (fig. 2 et 3) ont été tous représentés comme association micropérititique d'orthose et d'albite (position B' de la fig. 3, Pl. X), alors qu'ils sont en partie composés par de l'anorthose. Ils devraient donc offrir les divers aspects montrés par la figure 3 de la Pl. X.

Figure 3. — A. Anorthose (section p (001), montrant les bandelettes hémitropes) A' même cristal dans la position d'éclairement commun. B Association microperthitique d'orthose et d'albite (section p (001). B' même cristal dans la position d'éclairement commun montrant les deux feldspaths distincts, l'albite en blanc, l'orthose en gris.

Figure 4. — Filon mince de néphéline de Mile End quarry (Montréal) (lumière naturelle). A, Partie gauche de la figure (milieu du filon). Magnétite sans numéro, (20) pyroxène, (21) amphibole en grands cristaux et en microlites moulés par la néphéline (9). La partie droite de la figure (B) représente les salbandes du filon uniquement composées de microlites d'amphibole disséminés dans une matière vitreuse en partie transformée en calcite (49).

Figure 5. — Teschénite de Montréal: (31) ilménite entourée de sphène (14), 13 apatite, (20) pyroxène, (21) amphibole, (7) labrador moulé par de la néphéline (9) et de la sodalite (40).

Figure 6. — Teschénite à olivine, mêmes minéraux avec, en outre, mica noir (19), olivine (23). La roche ne renferme pas d'amphibole. La structure ophitique est très nette.

PLANCHE XI

Syérite néphélinique de la Corporation quarry (Montréal)

Figure 1. — Syénite pegmatoïde. — 3' Anorthose et association microperthitique d'orthose et d'albite (1) moulée par néphéline (9) et cancrinite (9'). La néphéline est partiellement transformée en cancrinite (9'). En haut de la figure, on voit l'association de ces deux minéraux, (20) œgyrine stalactiforme.

Figure 2. — Idem. — Mêmes éléments avec, en outre, (3) albite, (14) sphène, (40) sodalite.

Figure 3. — Idem. — L'anorthose renferme des microlites de feldspath triclinaire (5). La néphéline (9) est en partie transformée en cancrinite (9'), (20) œgyrine.

Figure 4. — Syénite néphélinique à grains fins: (3) orthose, (6) oligoclase, (14) sphène, (21) amphibole, (40) sodalite; la roche renferme en outre de la néphéline pointillée de mica blanc comme la sodalite. C'est elle qui forme le fond de la roche moulant tous les éléments.

Figure 5. — Grandes plages de néphéline transformée en mésotype (48) et en hydronéphéline (48'), (20) grands cristaux et fines aiguilles d'œgyrine.

Figure 6. — Microsyénite. Grands cristaux d'orthose (3), oligoclase (6) brisés et corrodés, entourés par un magma feldspathique renfermant en outre du sphène (14), du pyroxène (20). Le grenat (25) est postérieur à tous les éléments.

PLANCHE XII

Syérite néphélinique de Corporation quarry (Montréal)

(Contact)

Figure 1. — Syénite: (14) sphène, (20) pyroxène, (21) amphibole, (6) oligoclase, moulés par l'orthose (3), néphéline (9), sodalite (40) et grenat (25).

Figure 2. — Pyroxénite formée par transformation du calcaire: (20) pyroxène, (47) wollastonite, (25) grenat et pérowskite. La roche renferme en outre du fer titané.

Figure 3. — Contact de la syénite (bas de la figure) et du calcaire. Syénite: (20) pyroxène, (14) sphène, (6) oligoclase, (21) amphibole, (3) orthose, (40) sodalite,

(1) Voyez la note de la page précédente.

Au contact, zone de grenat (25). Le calcaire (49) renferme des cristaux de pyroxène non numérotés.

Figure 4. — Id. Mêmes numéros que pour la figure précédente. La syénite renferme en outre de l'anorthose (3'), du grenat (25) et de la cancrinite (9'). Ce même minéral forme la zone de contact avec le calcaire (49).

Figure 5. — Id. En bas de la figure, on voit la syénite; en haut, le calcaire, très riche en pyroxène (20). Le milieu de la figure est occupé par un assemblage grenu de feldspath et de pyroxène, traversé par un filonnet de cancrinite (9') dans laquelle sont saillies les cristaux de feldspath (3).

Figure 6. — Id. A la partie supérieure de la figure, calcaire (49) avec pyroxène. Le contact avec la syénite est jalonné par du pyroxène (20) et du grenat (25). Dans la syénite, l'oligoclase (6) est orienté; ce feldspath est entouré de pyroxène (20), amphibole (21), sphène (14), orthose (3), grenat (25) et néphéline non numérotée.

NOTA. — Ces dessins sont faits à l'aide d'un grossissement de 90 diamètres (objectif n° 5 nouveau de Nachet).

M. D.-P. **Cehlert** donne quelques renseignements sur le genre *Spyridiocrinus*, dont le type, *S. Cheuxi*, provient des couches dévoniennes des environs d'Angers. De nouveaux échantillons lui ont permis de constater l'existence de 5 séries de radiales composées chacune de trois pièces, lesquelles étant situées dans la partie invaginée du calice, sont presque entièrement cachées par la tige.

M. **Cehlert** remet ensuite, de la part de M. l'abbé Rondeau, une note sur le terrain dévonien des environs d'Angers; il montre que, d'après cette étude, le grès à *Orthis Monieri*, dont la présence a été constatée à nouveau sur un très grand nombre de points, forme une bande continue, située entre les étages du Silurien au nord et la bande de calcaire de Saint-Malo, Saint-Barthélemy au sud.

M. **Le Mesle** annonce la découverte de nouveaux gisements jurassiques en Algérie et s'exprime en ces termes :

M. le com^t Durand a déjà signalé, il y a quelques années (1) la présence du Jurassique (moyen) ? au nord d'Abiod-Sidi-Cheik; M. le Dr Bleicher vient de recevoir quelques Oursins provenant de Djemen-bou-Resk, à 30 km N.-E. du Figuig, dans la chaîne du grand Atlas; leur mauvais état de conservation n'en permet pas la détermination spécifique, mais M. Gauthier y a reconnu un *Echinobrissus* de type jurassique, un *Holcotypus*, un *Clypeus*.

C'est, je crois, le point ouest le plus extrême de nos possessions algériennes où le Jurassique ait été reconnu, ce gisement se trouvant à environ 170 km S.-O. d'Abiod-Sidi-Cheik.

(1) Cotteau, Péron et Gauthier, *Echinides fossiles de l'Algérie*, fascicule I, p. 29, 73; 1876.

Nous attendons de meilleurs matériaux et des renseignements complémentaires qui nous mettront probablement à même de savoir à quel terme de la série appartient ce nouveau jalon jurassique.

A la suite de la communication de M. Le Mesle, M. WELSCH rappelle qu'il a indiqué, dans le sud de la province d'Oran, à la séance du 13 Juin 1889, un gisement appartenant au Jurassique moyen avec *Terebratula sphæroidalis* Sow., *Terebratula* voisine de *perovalis* et *Rhynchonella* voisine de *quadriplicata*. Ce gisement se trouve sur le chemin de fer de Aïn Sefra, entre Mécheria et Naama, au km 375 de la voie. Il a été découvert par M. Meunier, ingénieur du chemin de fer de Saïda à Aïn Sefra. M. Pomel a rapporté ces couches au Lias (1).

J'ai pu déterminer de nouveaux fossiles de ce point, grâce à l'obligeance de MM. Munier-Chalmas, Douvillé et de Grossouvre. Ce sont :

Ammonites (Oppelia) subradiatus Sow. Mes deux exemplaires se rapprochent un peu de *A. fuscus* Quen. Pour pouvoir distinguer ces deux formes très voisines, il faut avoir une série assez complète d'échantillons à divers degrés de développement.

Zeilleria sp., probablement du groupe de la *bucculenta* ou *cado-mensis*, malheureusement le crochet manque.

Terebratula sp., forme biplissée, difficilement déterminable. Il y a des formes voisines dans le Bajocien de Bayeux.

Rhynchonella n. sp. Il existe des formes assez voisines dans l'oolithe ferrugineuse de la Nièvre (Fuller's earth).

Pecten Silenus d'Orb.

Arcomya, *Pinna*, etc.

De l'ensemble des fossiles de cette assise, on peut conclure qu'elle est à la limite du Bajocien et du Bathonien. Beaucoup de formes ressemblent à des espèces de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux et à celles du Fuller's earth. Les Brachiopodes ressemblent tout à fait aux formes de la zone à *Amm. Parkinsoni* de l'Allemagne centrale. Il est assez curieux de constater ces ressemblances à d'aussi grandes distances.

L'indication que vient de donner M. le Mesle, les découvertes de M. le commandant Durand et le gisement que je rappelle ici, montrent l'extension des terrains jurassiques dans le sud de la province d'Oran. Il est probable que l'Atlas Saharien, dans la région oranaise, renferme beaucoup plus de formations jurassiques qu'on ne le croyait.

(1) Description stratigraphique générale de l'Algérie, p. 23-28. 1889.

M. Toucas présente le mémoire suivant :

Etude de la Faune des Couches tithoniques de l'Ardèche,

par **M. A. Toucas**

(Pl. XIII-XVIII) et Tableau

PREMIÈRE PARTIE

CONSIDÉRATIONS STRATIGRAPHIQUES

Les couches tithoniques forment dans l'Ardèche une longue bande, qui commence au Pouzin et se termine au sud-ouest de ce département, en passant par Saint-Symphorien, Chomérac, Alissas, Vogué, Ruoms, Saint-Alban, Chandolas, Berrias et Chadouillers ; au centre, elles disparaissent momentanément sous les couches néocomiennes du plateau du Coiron pour reparaitre au sud-ouest de ce plateau, aux environs de La Villedieu.

Visibles sur une étendue de plus de cinquante kilomètres, ces couches offrent aux amateurs un large champ d'exploration. Certains gisements plus particulièrement connus, comme Le Pouzin, Chomérac, Vogué, Berrias et Chadouillers, ont déjà fourni de belles séries de fossiles, que l'on peut voir dans les collections de MM. Gevrey, Huguenin, du frère Euthyme et dans ma collection.

En 1867, la faune de Berrias (1) a été l'objet d'une étude toute particulière de la part de Pictet et, si à cette époque les conclusions du savant professeur de Genève ont été différentes de celles que j'é mets aujourd'hui, cela tient certainement à ce que le gisement de Berrias ne lui avait fourni qu'une faune tout à fait incomplète. Je crois que si Pictet avait eu l'occasion de s'arrêter au Pouzin et à Chomérac sans aller chercher plus loin les types qu'il a décrits, il aurait incontestablement reconnu lui-même l'existence dans l'Ardèche de cette faune qu'Oppel et Zittel étudiaient à la même époque en Allemagne ; on ne serait pas resté ainsi plus de vingt ans sans avoir une solution sur la question du Tithonique. En effet, un an après (2), ne voit-on pas déjà chez le même auteur une certaine hésitation dans le classement des couches de la Porte de

(1) 1867. Pictet, *Faune à Ter, diphyoides de Berrias (Ardèche)*.

(2) 1868. Pictet, *Étude provisoire des fossiles de la Porte de France, d'Aizy et de Lémenc*, p. 299.

France, d'Aizy et de Lémenc, et ce grand maître ne reconnaît-il pas qu'il est prudent d'ajourner la question de délimitation de la période jurassique et de la période crétacée jusqu'au moment où on aura fixé avec précision la valeur paléontologique du calcaire de Stramberg, et qu'on connaîtra plus complètement les relations de ce calcaire avec celui de Berrias.

Malheureusement pour la science, Pictet mourut peu de temps après, sans avoir eu le temps d'apporter de nouveaux documents, et la question resta ainsi en suspens pendant plusieurs années, malgré les vives discussions dont elle fut l'objet.

La description d'une partie seulement de la faune de Berrias et le classement de cette nouvelle zone à la base du Crétacé ont été la cause de tous les malentendus ; c'était un faux point de départ analogue à celui que M. Péron et moi avons signalé dans le Crétacé supérieur pour les couches à Hippurites, dont la faune était aussi imparfaitement connue.

La présence de quelques espèces crétacées dans les calcaires de Berrias avait engagé Pictet à placer ces couches à la partie inférieure du Néocomien. D'autre part, M. Zittel, après un premier examen des fossiles de Berrias, avait admis le caractère crétacé de cette nouvelle faune, mais ayant en même temps reconnu l'aspect nettement jurassique de la faune de Stramberg, il n'avait pu naturellement conclure à l'identité de ces deux zones.

La haute autorité de ces deux grands maîtres avait contribué pour une large part à faire adopter cette opinion d'une manière générale. Dans son *Traité de Géologie*, M. de Lapparent semble avoir échappé à cette influence en classant au même niveau et à la partie supérieure du Jurassique les calcaires de Berrias et les calcaires de Stramberg. Mais notre éminent confrère n'ayant apporté à l'appui de son opinion aucune preuve paléontologique, la question restait donc toujours en suspens.

Il était naturel que la solution nous vînt de la région même qui avait servi de point de départ à cette étude, et c'est, en effet, de l'Ardèche, que nous arrivent successivement les premiers documents.

En 1879, dans sa belle monographie des calcaires du château de Crussol, Fontannes fait entrevoir que la faune tithonique pourrait très bien exister dans l'Ardèche. A partir de cette époque, les recherches se poursuivent au sud de la région si bien étudiée par notre regretté confrère ; de nouveaux fossiles tithoniques sont découverts par MM. Huguenin, Torcapel et Vélain, aux environs du Pouzin, de Chomérac et de Berrias, dans des couches que l'on

considérerait comme la continuation des calcaires du château de Crussol.

En 1883, M. Torcapel eut le premier l'idée de séparer les couches marneuses du Pouzin des calcaires massifs, et, les désignant sous le nom de calcaires à *Terebratula janitor* et *Aptychus*, il les plaçait à la base du Néocomien.

C'est à peu près à cette époque que je fus envoyé dans la vallée du Rhône et que je commençai mes recherches dans le département de l'Ardèche. J'observai d'abord la montagne de Crussol et les hauteurs des environs de La Voulte, qui m'offraient une belle série du Jurassique et me permettaient d'avoir de bonnes bases pour l'étude stratigraphique de la région. Je suivis ensuite les couches vers le sud dans l'espoir de trouver les assises qui reliaient le Jurassique supérieur au Crétacé inférieur; j'arrivai ainsi à étudier les riches gisements du Pouzin, de Chomérac, Vogué, Chandolas, Berrias et Chadouillers.

Deux notes publiées dans le Bulletin de la Société (1) ont déjà fait connaître le résultat de mes premières recherches : j'ai ainsi montré que dans l'Ardèche les couches se succèdent régulièrement et que la liaison entre le Jurassique et le Crétacé se fait graduellement et d'une manière presque insensible. Mes coupes ont également fixé avec précision la place des couches tithoniques, en indiquant que cette zone se trouve comprise entre les calcaires massifs ruiniformes à *Oppelia lithographica*, *Waagenia hybonata* et les marnes à petites ammonites ferrugineuses, c'est-à-dire entre le Kimméridgien supérieur et le Néocomien inférieur ou Valenginien.

Enfin, l'étude détaillée de ces couches et des fossiles qu'elles renferment m'a permis de reconnaître dans le Tithonique deux zones bien distinctes : une assise inférieure, formée par des calcaires bruns, marneux, bréchiformes, développés surtout au Pouzin, où ils contiennent les faunes du Klippenkalk de Rogoznik et du Diphyakalk du Tyrol méridional; une assise supérieure, composée de calcaires très compacts à la base, marneux à sa partie supérieure, avec intercalations de bancs bréchoïdes et renfermant un mélange des faunes de Stramberg et de Berrias.

J'ai rappelé que des faits analogues avaient été signalés par M. Haug dans le Haut-Véronais et par M. Hollande dans la colline de Lémenc, près Chambéry.

M. Kilian croit que cette séparation n'est pas aussi nette en

(1) 1888. *Bull. Soc. géol.* 3^e série, t. XVI, p. 903. — 1889. *Bull. Soc. géol.* 3^e série, t. XVII, p. 729.

Andalousie (1), mais il ajoute que malgré l'homogénéité de la faune et l'absolue continuité des dépôts, on peut encore y distinguer les deux zones tithoniques : l'assise inférieure (couches à *Perisphinctes geron*) reposant sur des calcaires massifs et contenant encore quelques espèces des couches sous-jacentes (*Aptychus latus*, *Rhacophyllites Loryi*, *Perisphinctes colubrinus*, *Aspidoceras longispinum*, etc.) ne se montrant jamais plus haut ; l'assise supérieure (couches à *Hoplites Calisto*), à affinités crétacées, dans laquelle apparaît une grande partie des formes de Berrias (*Bel. latus*, *Hapl. Grasi*, *Holc. narbonensis*, *Holc. pronus*, *Holc. Negreli*, *Hopl. privasensis*, *Hopl. occitanicus*) supportant directement les marnes à Ammonites pyriteuses du Valenginien.

M. Kilian nous montre encore les deux horizons tithoniques dans les Basses-Alpes et dans la Drôme.

Dans les Alpes Fribourgeoises, M. Ernest Favre (2) pense que ces deux zones se trouvent réunies dans une couche de calcaires ayant à peine trois mètres d'épaisseur, mais il ajoute que la faune présente une affinité étroite et incontestable avec celle des terrains jurassiques, tandis qu'elle n'est unie que par des rapports peu marqués avec le terrain crétacé.

D'après M. Gilléron (3), qui a fait une très belle description de cette même région, il y aurait au Monsalvens du Tithonique inférieur avec *Bel. ensifer*, *B. cf. semisulcatus*, *Am. elimatus*, *Am. Richteri*, *Aptychus punctatus*, *Apt. Beyrichi*, et à Dat, cette même zone supporterait une nouvelle assise de calcaires tithoniques contenant les fossiles les plus caractéristiques de Stramberg, comme *Bel. tithonius*, *Bel. conophorus*, *Am. silesiacus*, *A. ptychoicus*, *A. Richteri*, *A. carpathicus*, *A. transitorius*, *A. Lorioli*, *Rhynch. spoliata*, *Metaporphinus convexus*, etc. Mais le fait le plus important serait l'existence, au-dessus du Tithonique inférieur du Monsalvens, de calcaires berriasiens absolument semblables à ceux que j'ai signalés à Chomérac et renfermant de grands blocs de calcaires compacts non roulés avec un mélange de fossiles tithoniques et berriasiens.

M. Gilliéron, ne sachant comment expliquer la présence de ces fossiles tithoniques au milieu des calcaires Berriasiens, suppose que les blocs ont dû y être transportés par un agent quelconque ; mais, d'après la description qu'en donne notre savant confrère, ces blocs sont très probablement des brèches analogues à celles

(1) 1889. Kilian, *Mission d'Andalousie*, p. 685.

(2) 1879. E. Favre, *Alpes Fribourgeoises*, p. 6.

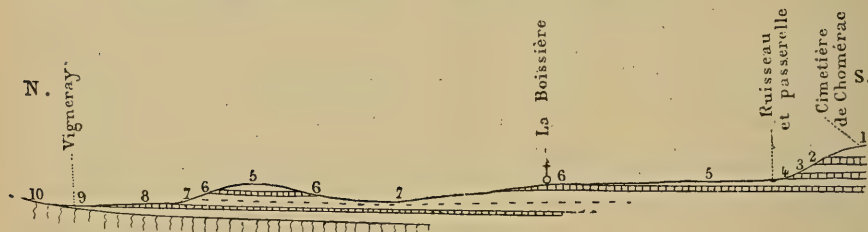
(3) 1873. Gilléron, *Monsalvens*, p. 95.

qui existent dans le Tithonique supérieur de Chomérac et d'autres régions. Loin d'être un dépôt de charriage, ces brèches, comme l'a fait observer M. Kilian, auraient été formées sur place et seraient dues simplement à un remaniement des dépôts encore non complètement consolidés et, par conséquent, peu postérieurs à la date de leur formation.

On voit combien il était intéressant de retrouver ces deux zones tithoniques dans l'Ardèche, dans cette région même qui avait servi de base au grand débat sur la délimitation du Jurassique et du Crétacé. Cette découverte m'a permis de résoudre la question au point de vue stratigraphique, en démontrant que les calcaires typiques de Berrias occupent bien la place du Tithonique supérieur (1). A Chomérac, on retrouve ces calcaires au même niveau entre le Tithonique inférieur et les marnes valengiennes, mais comme ce gisement a l'avantage de renfermer une faune beaucoup plus riche que celle qui a été signalée à Berrias, je crois utile d'en donner une coupe détaillée qui permettra de faire connaître la composition du Tithonique supérieur dans cette partie de l'Ardèche.

Fig. 1.

Coupe du gisement de Laboissière, près Chomérac.



NÉOCOMIEN INFÉRIEUR OU VALENGINIEN.

1. — Marnes avec petites ammonites ferrugineuses : *Hoplites neocomiensis*, *Phylloceras semisulcatum*, *Phyll. Calypso*, *Lytoceras quadrisulcatum*, *Haploceras Grati*, *Holcostephanus Astieri*, *Belemnites latus*, *Bel. bipartitus*, *Baculites neocomiensis*, etc.
2. — Calcaires en plaquettes, alternant avec de petits lits de marnes, avec grands *Hoplites neocomiensis*, le plus souvent aplatis. Ep. 3^m.
3. — Marnes avec *Belemnites latus*, *Bel. conicus*, *Bel. Orbigny* et *Rhynchonella contracta*. Ep. 3^m.

Portlandien.

TITHONIQUE SUPÉRIEUR OU BERRIASIEN.

4. — Banc de calcaires marneux, remplis de nodules de toute grosseur (ces nodu-

(1) Voir ma coupe de Berrias, *Bull. Soc. géol.* 3^e série, t. XVII, p. 737.

les, généralement de forme ovoïde, sont un peu plus durs que le reste de la roche). Ep. 2^m.

5. — Calcaires gris en bancs de 0^m20 à 0^m30 d'épaisseur, alternant avec des lits de marnes grises de même épaisseur; la roche à cassure conchoïdale présente souvent des taches irrégulières violacées; il n'est pas rare de trouver dans cette couche des ammonites aplaties, d'une détermination très difficile, mais cependant suffisante pour y reconnaître la plupart des espèces qui forment l'ensemble de la faune de l'assise comme : *Phylloceras ptychoicum*, *Lytoceras Liebigi*, *Lyt. Honnorati*, *Haploceras carachtheis*, *Hapl. cristifer*, *Perisphinctes Richteri*, *Hopl. Calisto*, *Hopl. Chaperi*, *Hopl. occitanicus*, *Hopl. Boissieri*, *Holcostephanus Negreli*, etc. Ep. 6^m.

6. — Banc de calcaires bréchoïdes ou rognonneux, très fossilifères, et renfermant les deux faunes de Berrias et de Stramberg. Epaisseur 1^m (gisements principaux, La Boissière et Sabotas).

7. — Calcaires et lits de marnes, semblables à 5. Epaisseur 10^m.

8. — Banc de calcaires bréchoïdes semblables à 6, mais moins fossilifères. Ep. 1^m.

9. — Calcaires bruns à surface irrégulière. Epaisseur 2^m.

TITHONIQUE MOYEN OU ARDESCIEN.

10. — Calcaires blancs, compacts, sublithographiques, esquilleux et se délitant en fragments anguleux avec *Hoplites Calisto*, *Hopl. privasensis*, *Aptychus*, etc.

Au sud de Chomérac, sur la rive droite du torrent de La Payre, on retrouve successivement, sous les marnes valengiennes, les couches 4, 5 et 6 de la coupe précédente; les autres couches, cachées un moment par les cultures de la rive gauche, apparaissent ensuite sur les hauteurs qui longent la route de Chomérac à Privas.

Les calcaires du Tithonique supérieur ou Berriasien occupent ainsi dans la vallée de La Payre, entre Alissas et Brune, une étendue d'environ huit kilomètres; au sud-est, ils sont recouverts par les marnes valengiennes, et au nord-ouest ils buttent par faille contre les calcaires kimméridgiens de la hauteur du Gras. Cette faille, qui sépare ces deux formations, est la continuation de la grande faille que j'ai signalée au Pouzin, et qui a mis en contre-bas, sur tout le versant est du Gras, les couches les plus élevées du Jurassique.

Les calcaires blancs, qui, dans la coupe précédente, supportent les calcaires marneux berriasien de Chomérac, forment également au Pouzin une assise particulière, qui sépare les calcaires marneux berriasien du Tithonique inférieur.

La succession suivante des couches du Pouzin rappellera encore mieux la série du Jurassique supérieur de cette région de l'Ardèche, que j'ai décrite précédemment (1), et permettra de relier les calcaires de Chomérac à ceux du Pouzin.

(1) 1888, *Bull. soc. géol.*, 3^e série, t. XVI, p. 916.

NÉOCOMIEN INFÉRIEUR OU VALENGINIEN.

1. — Marnes à petites ammonites pyriteuses du Valénginien :

Hoplites neocomiensis, *Hapl. Grasi*, *Phylloceras Calypso*, *Phylloceras semisulcatum*, *Holcostephanus Astieri*, *Baculites neocomiensis*, etc.

Portlandien.

TITHONIQUE SUPÉRIEUR OU BERRIASIEN.

2. — Bancs de calcaires et lits de marnes intercalés avec *Phylloceras ptychoicum*, *Phyll. silesiacum*, *Hoplites Calisto*, *Hopl. Boissieri*, *Haploceras Grasi*, etc. . . , (Mélange des faunes de Stramberg et de Berrias ; 4, 5, 6, 7, 8 de la coupe de Chomérac). Ep. 4^m.

3. — Calcaires bruns mouchetés, en bancs à surface très irrégulière et quelquefois bréchoides. Ep. 5^m.

TITHONIQUE MOYEN OU ARDESCIEN.

4. — Calcaires blancs, sublithographiques, mouchetés à la base, sillonnés de veines spathiques se délitant en fragments à arêtes très vives, et bancs bréchoides intercalés, avec *Hoplites privasensis*, *Hopl. Calisto*, *Phylloceras ptychoicum*, *Aptychus*, *Bel. ensifer*, etc. Ep. 30^m.

5. — Grande brèche de calcaires bréchiformes, très compacts. Ep. 6^m (taillée à pic au sommet de la carrière des Anges).

TITHONIQUE INFÉRIEUR OU DIPHYAKALK.

6. — Lits de marnes avec nombreux *Aptychus punctatus*, *Aptychus Beyrichi*, *Haploceras elimatum*. Ep. 0^m25.

7. — Calcaires gris, en bancs épais, avec *Oppelia Fallauxi*, *Perisphinctes contiguus*, *Haploceras elimatum*, *Hapl. carachtheis*, *Hapl. verruciferum*, *Phylloceras ptychoicum*, *Perisphinctes Chalmasi*, *Perisph. Gevreyi*, *Pygope janitor*, etc. Ep. 4^m.

8. — Calcaires bréchoides, en bancs peu épais, parfois rognonneux, avec *Perisphinctes contiguus*, *Perisph. geron*, *Haploceras elimatum*, *Phylloceras ptychoicum*, *Perisph. colubrinus*, *Perisph. Richteri*, *Pygope janitor*, etc. Ep. 3^m.

9. — Calcaires marneux noduleux peu fossilifères. Ep. 2^m50.

10. — Calcaires assez compacts, avec *Perisphinctes contiguus*, *Perisph. Richteri*, *Perisph. colubrinus*, *Lytoceras quadrisulcatum*, *Lyt. sutile*, *Phylloceras ptychoicum*, *Haploceras elimatum*, *Hapl. carachtheis*, *Rhacophyllites Loryi*, etc. Ep. 4^m.

11. — Calcaires marneux noduleux, semblables à 9. Ep. 1^m50.

Kimméridgien.

VIRGULIEN (ZONE DE SOLENNHOFEN ET DU CHATEAU DE CRUSSOL).

12. — Calcaires massifs ruiniformes mouchetés, très compacts, grisâtres ou bleuâtres, à structure bréchoides, se délitant en fragments anguleux et renfermant des lits de rognons siliceux, avec *Oppelia lithographica*, *Opp. Hæberleini*, *Opp. steraspis*, *Haploceras carachtheis*, *Hapl. elimatum*, *Phylloceras ptychoicum*, *Rhacophyllites Loryi*, *Waagenia hybonata*, *Aspidoceras cyclotum*, *Aspid. attenense*, etc. Ep. 50^m.

PTÉROCÉRIEN.

13. — Calcaires en bancs épais, avec *Hoplites Eudoxus*, *Hopl. pseudomutabilis*,

Perisphinctes Eumelus, *Aspidoceras acanthicum*, *Aspid. neoburgense*, *Phylloceras gorgoneum*, etc. Ep. 10^m.

ASTARTIEN.

14. — Calcaires gris, en petits bancs, avec *Oppelia tenuilobata*, *Haploceras Fialar*, etc. (visibles seulement auprès du Pouzin, un peu au-dessus de la faille).

Ces deux coupes de Chomérac et du Pouzin montrent que les couches tithoniques peuvent se subdiviser en trois zones :

1^o Une zone inférieure, formée par des calcaires plus ou moins marneux avec intercalations de bancs bréchoïdes, reposant sur les calcaires massifs ruiniformes (Kimméridgien supérieur ou zone de Solenhofen), et contenant les espèces les plus caractéristiques du Diphylakalk comme *Perisphinctes contiguus*, *Per. geron*, *Per. colubrinus*, *Oppelia Fallauxi*, *Haploceras verruciferum*, etc.

2^o Une zone moyenne comprenant : à la base, une grande brèche de 6^m d'épaisseur, et au-dessus une masse de calcaires blancs sublithographiques, dans lesquels commencent à paraître quelques formes nouvelles du Tithonique supérieur, *Hoplites Calisto*, *Hopl. privasensis*, etc.

3^o Une zone supérieure de calcaires marneux, avec intercalations de bancs bréchoïdes, renfermant la faune typique du Berriasien de Pictet, associée à la faune non moins caractéristique de Stramberg, comme : *Belemnites tithonius*, *Nautilus Geinitzi*, *Lytoceras Liebigi*, *Phylloceras silesiacum*, *Haploceras carachtheis*, *Hapl. leiosoma*, *Hapl. cristifer*, *Holcostephanus pronus*, *Perisph. transitorius*, *Per. Lorioli*, *Hoplites Calisto*, *Hopl. carpathicus*, *Hopl. abscissus*, *Placunopsis tatraica*, *Ostrea strambergensis*, *Pygope janitor*, *Tereb. moravica*, *Ter. subcanalis*, *Terebratulina substriata*, *Waldheimia cataphracta*, *Hynniphoria globularis*, *Megerlea pectunculoïdes*, *Rhynch. sparsicosta*, *Rhynch. subsimilis*, *Metaporhinus convexus*, *Collyrites carinata*, *Holcotypus orificiatus*, *Cidaris strambergensis*, *Cid. Sturi*, *Rhabdocidaris caprimontana*, etc.

Les coupes suivantes, relevées à Vogué, à Chandolas et à Berrias, prouvent que les couches tithoniques ont sensiblement la même composition au sud de l'Ardèche que dans la région du Pouzin et de Chomérac.

Aux environs de la gare de Vogué, on observe de haut en bas :

VALENGINIEN.

1^o Marnes à petites ammonites pyriteuses.

2^o Calcaires en plaquettes et lits de marnes intercalés.

3^o Marnes à *Belemnites latus*, *Bel. Orbignyi*, *Bel. conicus*.

TITHONIQUE SUPÉRIEUR OU BERRIASIEN.

- 4° Bancs de calcaires bruns, légèrement marneux, très peu fossilifères. Ep. 4 m.
- 5° Calcaires marneux, rognonneux, souvent bréchoïdes, avec *Perisphinctes Lorioli*, *Hoplites Calisto*, *Hopl. Privasensis*. Ep. 2°.
- 6° Bancs calcaires semblables au n° 4. Ep. 4°.
- 7° Calcaires bréchoïdes. Ep. 1°.
- 8° Calcaires gris, café au lait, à cassure conchoïdale, avec fossiles légèrement ferrugineux: *Phylloceras ptychoicum*, *Lytoceras Honnorati*, *Haploceras elimatum*, *Hapl. carachtheis*, *Hoplites Calisto*, *Hopl. Boissieri*, *Terebratula janitor*, etc. (niveau de la faune de Berrias décrite par Pictet). Ep. 2°.
- 9° Calcaires rognonneux avec *Hoplites Calisto*, *Hopl. privasensis*, *Holcostephanus*, etc. Ep. 1°.
- 10° Calc. bruns mouchetés en bancs à surface très irrégulière. Ep. 8°.

TITHONIQUE MOYEN OU ARDESCIEN.

- 11° Calcaires blancs sublithographiques avec *Hoplites Calisto*. Ep. 35°.

TITHONIQUE INFÉRIEUR OU DIPHYALK.

- 12° Calcaires légèrement marneux avec *Aptychus*, niveau des calcaires marneux du Pouzin.

KIMMÉRIDIEN SUPÉRIEUR.

- 13° Calcaires massifs ruiniformes.

Un peu plus au sud, entre la rivière de Chassezac et le village de Chandolas, les couches tithoniques présentent la succession suivante :

TITHONIQUE SUPÉRIEUR OU BERRIASIEN.

- 1° Calcaires marneux avec *Hoplites Dalmasi*, *Holcostephanus Negreli*. Ep. 3°.
- 2° Calcaires marneux avec *Hoplites Calisto*, *Holcostephanus Grotei*, *Perisphinctes*, etc. Ep. 2°.
- 3° Calcaires gris à fossiles ferrugineux: *Phylloceras silesiacum*, *Phyll. ptychoicum*, *Haploceras carachtheis*, *Lytoceras Honnorati*, *Hoplites Calisto*, *Hopl. privasensis*, *Hopl. Boissieri*, *Hopl. abscissus*, *Hopl. Malbosi*, *Hopl. occitanicus*, *Pygope janitor*, *Pygope diphyoides*, *Placunopsis tatrica*, *Rhynchonella Hoheneggeri*, *Terebratula subcanalis*, etc... (Niveau de la faune berriasienne de Pictet.) Ep. 2°.
- 4° Calcaires marneux rognonneux semblables au n° 2.
- 5° Calcaires bruns, mouchetés, en bancs à surface irrégulière.

TITHONIQUE MOYEN OU ARDESCIEN.

- 6° Calcaires blancs, sublithographiques, se délitant en fragments anguleux.

TITHONIQUE INFÉRIEUR OU DIPHYALK.

- 7° Calcaires légèrement marneux.

KIMMÉRIDIEN SUPÉRIEUR.

- 8° Calcaires massifs ruiniformes.

Au nord de Berrias, entre le château de M. de Malbos et la rivière du Chassezac, on retrouve la même succession :

VALENGINIEN.

1° Marnes à *Bel. latus* et petites ammonites pyriteuses.

2° Calcaires marneux feuilletés, légèrement ferrugineux, avec ammonites aplaties, *Hoplites neocomiensis*, *Belemnites latus* et *Rhynch. contracta*. Ep. 3^m.

TITHONIQUE SUPÉRIEUR OU BERRIASIEN.

3° Calcaires compacts en bancs assez épais, très peu fossilifères. Ep. 2^m.

4° Calcaires marneux, rognonneux, avec *Hoplites Calisto*, *Hopl. privasensis*, *Lytoceras Honnorati*, *Holcostephanus Grotei*, *Perisphinctes transitorius*, *Pygope janitor*, etc. Ep. 2^m.

5° Calcaires gris, à cassure conchoïdale, avec fossiles un peu ferrugineux (niveau principal de la faune de Berrias décrite par Pictet). Ep. 2^m.

6° Calcaires marneux, rognonneux, comme le n° 4. Ep. 1^m.

7° Calcaires bruns, compacts, mouchetés, en bancs à surface-très irrégulière. Ep. 8^m.

TITHONIQUE MOYEN OU ARDESCIEN.

8° Calcaires blancs, sublithographiques, se délitant en fragments anguleux, avec *Hoplites Calisto*. Ep. 30^m.

TITHONIQUE INFÉRIEUR OU DIPHYAKALK.

9° Calcaires légèrement marneux et bancs rognonneux avec *Perisphinctes contiguus*, *Pygope janitor*, *Aptychus punctatus*. Ep. 15^m.

KIMMÉRIDIEN SUPÉRIEUR.

10. Calcaires massifs ruiniformes avec *Rhacophyllites Loryi*.

En résumant les coupes précédentes, on voit que le Tithonique de l'Ardèche se divise naturellement en trois grandes zones :

1° A la base, des calcaires plus ou moins marneux, avec intercalations de bancs bréchoides et contenant la faune du Diphyakalk du Tyrol méridional et du Klippenkalk de Rogoznik.

2° Au centre, des calcaires blancs sublithographiques où commencent à se montrer les *Hoplites Calisto*, *Hopl. Privasensis*, etc., du Tithonique supérieur.

3° A la partie supérieure, des calcaires marneux, avec intercalations de bancs bréchoides ou rognonneux, et renfermant la faune typique du Berriasien de Pictet, associée à la faune de Stramberg. Cette succession est bien celle que M. Kilian a constatée dans le Sud-Est de la France (Drôme et Hautes-Alpes), mais avec cette différence que le mélange des faunes de Stramberg et de Berrias a lieu dans les calcaires marneux, à zone berriasienne proprement dite, et non dans les calcaires blancs sublithographiques qui les supportent.

Il n'y a donc pas dans l'Ardèche une zone paléontologique distincte de celle de Stramberg et caractérisée particulièrement par les espèces de Berrias, décrites par Pictet; ces deux zones se

confondent en une seule à laquelle revient de droit le nom de Berriasien ou Tithonique supérieur.

Quant aux calcaires blancs, compacts, sublithographiques, toutes les coupes montrent qu'ils forment dans l'Ardèche une masse, d'environ 40^m d'épaisseur, comprise entre les calcaires marneux à *Perisphinctes contiguus* et *Oppelia Fallauxi* du Diphyakalk, ou Tithonique inférieur, et les calcaires marneux Berriasiens à faune mélangée de Berrias et de Stramberg. Ces calcaires blancs sont absolument identiques à ceux qui ont été signalés au même niveau par M. Collot en Provence, par M. Léenhardt au Mont-Ventoux, par M. Hollande dans la Savoie et par M. Kilian dans la montagne de Lure et en Andalousie ; ils paraissent ainsi constituer entre le Diphyakalk et le Berriasien une zone constante, distincte et suffisamment caractérisée par la présence d'espèces franchement tithoniques, par la disparition d'espèces à cachet plus ancien, comme *Perisphinctes colubrinus*, *Rhacophyllites Loryi*, etc., et par l'apparition de formes à cachet plus récent, comme *Hoplites Calisto*, *Hoplites privasensis*, etc., mais sans cependant renfermer encore les deux faunes caractéristiques de Berrias et de Stramberg.

Cette nouvelle assise, située au milieu des couches tithoniques, où elle forme une véritable zone moyenne, sorte de zone de passage entre le Tithonique inférieur et le Tithonique supérieur, devra donc être séparée de ces deux zones et représenter un sous-étage moyen, que je propose de désigner sous le nom de Tithonique moyen ou Ardescien (de *Ardesca*, Ardèche) à cause de la grande étendue que cette zone occupe dans le département de l'Ardèche.

L'existence de cette nouvelle zone, bien définie entre le Diphyakalk et le Berriasien, a une certaine importance stratigraphique, parce qu'elle permettra très probablement de classer avec plus d'exactitude les calcaires blancs coralligènes, qu'on rencontre dans certains gisements à la partie supérieure du Jurassique.

Dans tous les cas, la place que la faune de Stramberg occupe au-dessus de cette zone et au milieu même des calcaires marneux berriasiens, prouve bien que j'avais eu raison de proclamer l'équivalence des calcaires de Berrias et des calcaires de Stramberg.

L'étude détaillée de la faune des couches tithoniques va maintenant me permettre de confirmer cette opinion et de démontrer que le Berriasien ou Tithonique supérieur doit plutôt être relié à la série jurassique qu'à la série crétacée.

Les fossiles décrits ou cités dans ce travail proviennent, en grande partie, de la collection de notre confrère M. Gevrey, président du Tribunal de Montélimar, qui m'a accompagné dans mes

nombreuses excursions. Je lui exprime ici toute ma reconnaissance pour tous les renseignements qu'il a bien voulu me donner et l'obligeance avec laquelle il a mis à ma disposition tout ce qui pouvait m'être utile.

Tous les autres fossiles font partie de ma collection et ont été recueillis par moi; leur provenance est donc sûre et il n'y a pas lieu de craindre le mélange de fossiles d'horizons différents.

Les ouvrages que j'ai plus spécialement consultés sont :

- 1858 — Eduard Suess. — Die Brachiopoden der Stramberger Schichten.
- 1867 — Pictet. — Faune à Terebratula diphyoides de Berrias (Ardèche).
- 1867 — Pictet. — Terebratules du groupe de la Terebratula diphyæ.
- 1868 — Pictet. — Fossiles de la Porte de France, d'Aizy et de Lémenc.
- 1868 — Zittel. — Die Cephalopoden der Stramberger Schichten.
- 1870 — Zittel. — Die Fauna der Aelteren Cephalopodenführenden Tithonbildungen.
- 1873 — Gilliéron — Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse, t. XII, Alpes de Fribourg, et Monsalvens en particulier.
- 1879 — E. Favre. — Faune tithonique des Alpes Fribourgeoises.
- 1883 — Boehm. — Die Bivalven der Stramberger Schichten.
- 1884 — Cotteau. — Echinides des couches de Stramberg.
- 1889 — Kilian. — Terrains secondaires et tertiaires de l'Andalousie.

J'adresse mes remerciements les plus sincères à M. Depéret, qui a bien voulu faciliter mon travail en mettant à ma disposition la plupart de ces ouvrages. Je remercie également M. Zittel pour l'obligeance avec laquelle il m'a communiqué tous les renseignements dont j'ai eu besoin, et surtout pour avoir bien voulu, en vérifiant la plupart de mes déterminations, m'apporter le concours de sa haute compétence.

DEUXIÈME PARTIE

1^o DESCRIPTION DE LA FAUNE DU TITHONIQUE INFÉRIEUR DU POUZIN

Belemnites semisulcatus Munster

1879 — *Belemnites semisulcatus* E. Favre, Alpes Fribourgeoises, p. 21, Pl. II, fig. 1-2, non fig. 3.

On rencontre assez souvent, dans les calcaires marneux du Tithonique inférieur du Pouzin, de bons fragments de cette espèce, mais ils sont généralement de petite dimension; mon plus grand échantillon est tout à fait conforme à celui figuré par M. E. Favre, pl. 2, fig. 1; sa section est arrondie et sa forme à peu près cylindrique sur toute la longueur, tout en s'amincissant un peu plus près de la pointe, qui est allongée. Le sillon, profond dans la partie antérieure, disparaît vers le milieu du rostre.

Cette espèce se trouve beaucoup plus bas dans la zone à *Aspidoceras acanthicum* de Crussol et des Alpes; elle a également été signalée dans le Tithonique des Alpes Fribourgeoises et de la montagne de Lure.

Collection Gevrey et ma collection.

Belemnites Conradi Kilian

1879. — *Belemnites semisulcatus* E. Favre. Alpes Fribourgeoises, p. 21, Pl. II, fig. 3.

1889. — *Belemnites Conradi* Kilian, Andalousie, p. 635, Pl. XXVI, fig. 4.

Je rapporte à cette espèce de petits échantillons identiques à celui que E. Favre a figuré pl. 2, fig. 3. Voisins du *Bel. semisulcatus*, ils s'en distinguent par leur forme lancéolée; ce caractère les rapproche bien des *Bel. hastatus* Blainv. et *Bel. astartinus* Etallon; mais dans ces deux espèces le rostre est toujours comprimé et, en outre, le sillon est plus long dans la première.

Le *Bel. Conradi* est abondant dans le Tithonique d'Andalousie, il existe également dans le Tithonique des Carpathes et des Alpes.

Collection Gevrey et ma collection.

Belemnites conophorus Oppel

1868. — *Belemnites conophorus* Zittel, Stramberg. p. 34, Pl. I, fig. 1-5.

Je crois devoir attribuer à cette espèce deux échantillons, à rostre court, cylindrique, se terminant par une pointe obtuse très peu marquée, et dont le sillon profond et large existe sur les trois quarts de sa longueur. Du Tithonique inférieur du Tyrol méridional et de l'Apennin Central; Tithonique supérieur de Stramberg et de l'Andalousie; Tithonique des Alpes Fribourgeoises.

Collection Gevrey.

Belemnites Gemmellaroi Zittel

1870. — *Belemnites Gemmellaroi* Zittel, Aelt. Tithonbild., p. 27, Pl. XXV, fig. 8.

J'ai recueilli plusieurs exemplaires d'une bélemnite, qui, par son rostre peu allongé, excentrique du côté dorsal, à flancs un peu déprimés et à section légèrement elliptique, par la longueur de son sillon et par sa grande profondeur alvéolaire, rappelle bien l'espèce du Klippenkalk de Rogoznick.

Se trouve également dans le Diphyakalk du Tyrol méridional, ainsi que dans le Tithonique de l'Apennin central et des Alpes Fribourgeoises.

De ma collection.

Belemnites ensifer Oppel.

1868. — *Belemnites ensifer* Zittel, Stramberg, p. 36, Pl. I, fig. 9-11.

Cette espèce, dont les différences avec le *Bel. latus* ont été bien

indiquées par MM. Zittel et E. Favre, n'est pas rare dans le Tithonique inférieur du Pouzin. Tous les échantillons recueillis sont bien caractérisés par leur forme très comprimée et par le peu de longueur du sillon. Du Tithonique inférieur du Tyrol méridional; Tithonique supérieur de Stramberg et de Lémenc, et Tithonique des Alpes Fribourgeoises.

Collection Gevrey et ma collection.

Belemnites datensis E. Favre

1879. — *Belemnites datensis* E. Favre, Alpes Fribourgeoises, p. 16, Pl. I, fig. 7-11.

Je désigne ainsi plusieurs petits fragments, un peu comprimés, à section subquadrangulaire avec angles arrondis, qui paraissent appartenir à cette espèce du Tithonique des Alpes Fribourgeoises, figurée et décrite par M. E. Favre.

Collection Gevrey et ma collection.

Belemnites Pileti Pictet

1868. — *Belemnites Pileti* Pictet. Mél. paléont. p. 219, Pl. XXXVI, fig. 7-9.

M. Gevrey a recueilli un exemplaire, assez complet, de cette espèce, et bien caractérisé par sa forme quadrangulaire, à angles très marqués et à faces déprimées.

Se trouve dans le Tithonique de Lémenc et des Alpes Fribourgeoises.

Collection Gevrey.

Lytoceras quadrisulcatum d'Orb., sp.

1842. — *Ammonites quadrisulcatus* d'Orb., Pal. fr. Terr. crét., Céph., p. 151, Pl. XLIX, fig. 1-3.

1868. — *Lytoceras quadrisulcatum* Zittel, Stramberg. p. 71, Pl. IX, fig. 1-5.

On rencontre assez fréquemment, dans les calcaires marneux du Pouzin, de bons échantillons de *Lytoceras*, à large ombilic et à tours arrondis, sur lesquels on distingue bien les traces des sillons espacés d'un quart de tour; ils appartiennent certainement à la même espèce, que l'on trouve plus haut à l'état ferrugineux dans les marnes valengiennes.

Du Tithonique inférieur des Carpathes, du Tyrol méridional, de l'Apennin central, de l'Andalousie; Tithonique supérieur de Stramberg et des Alpes Fribourgeoises.

Collection Gevrey et ma collection.

Lytoceras sutile Oppel sp.

Pl. XIII, fig. 1.

1868. — *Lytoceras sutile* Zittel, Stramberg, p. 76, Pl. XII, fig. 1-4.

Je possède quelques bons fragments de *Lytoceras* sur lesquels on distingue les côtes fines et caractéristiques de cette espèce. L'ombilic, moins ouvert que dans les *Lytoceras quadrisulcatum* et *Lytoceras municipale*, pourrait la faire confondre avec le *Lytoceras Liebigi*; mais cette dernière espèce est bien reconnaissable à la section ovale de ses tours avec le petit axe dans le plan de la coquille, tandis que dans le *Lytoceras sutile* c'est le grand axe qui se trouve dans ce plan.

Du Tithonique inférieur du Tyrol méridional, de l'Apennin, de l'Andalousie, et du Tithonique supérieur de Stramberg et des Alpes Fribourgeoises.

Collection Gevrey et ma collection.

Phylloceras serum Oppel.

Pl. XIII, fig. 2.

1868. — *Phylloceras serum* Zittel, Stramberg, p. 66, Pl. VII, fig. 5.

M. Gevrey a recueilli un exemplaire de cette espèce, bien conforme au type figuré par M. Zittel; il est orné de côtes très fines, égales, perpendiculaires à la région externe qu'elles traversent sans interruption; ces côtes s'effacent vers le milieu des flancs qui sont presque plats, tandis que le pourtour externe est bien arrondi; l'ombilic, très petit, assez profond, est en forme d'entonnoir. Je ne crois pas qu'il y ait lieu de réunir cette espèce au *Phylloceras Thetys* d'Orb., dont la forme des tours et de l'ombilic est bien différente.

Du Tithonique inférieur des Carpathes, du Tyrol méridional et de l'Apennin; Tithonique supérieur de Stramberg et de l'Andalousie.

Collection Gevrey.

Phylloceras Kochi Oppel sp.1868. — *Phylloceras Kochi* Zittel, Stramberg, p. 65, Pl. VI, fig. 1; Pl. VII, fig. 1-2.

Je n'ai trouvé qu'un petit échantillon de cette espèce, mais il est suffisamment bien caractérisé par sa forme et par ses sillons légèrement infléchis en avant.

Du Tithonique inférieur des Carpathes, du Tyrol et de l'Apennin; Tithonique supérieur de Stramberg et de l'Andalousie.

De ma collection.

Phylloceras ptychoicum Quenstedt sp.

Pl. XIII, fig. 3.

1849. — *Ammonites phychoicus* Quenstedt, Ceph., Pl. XVII, fig. 12.1868. — *Phylloceras ptychoicum* Zittel, Stramberg, p. 89, Pl. IV, fig. 3-9.

Cette espèce est très abondante dans les calcaires marneux du Pouzin, où on trouve toutes les variétés figurées par M. Zittel; la plupart des auteurs l'ont rattachée au *Phylloceras semisulcatum*, d'Orb., des marnes valengiennes. MM. Zittel et E. Favre ont maintenu ces deux espèces et en ont donné les caractères distinctifs.

En examinant bien les nombreux échantillons que j'ai recueillis soit dans le Tithonique inférieur, soit dans le Tithonique supérieur de l'Ardèche, je crois qu'il y a lieu de tenir compte du caractère constant des bourrelets que l'on observe dans les plus petits exemplaires; en outre le nombre des sillons de la rosette ombilicale correspondant aux bourrelets me paraît toujours plus grand dans l'espèce tithonique que dans l'espèce valengienne; je possède plusieurs petits échantillons, ayant à peine trois centimètres, sur lesquels on distingue bien 9 bourrelets et 9 sillons; j'ai fait figurer un grand individu portant 12 bourrelets très sailants. Indépendamment de ce caractère, les échantillons bien conservés de *Phylloceras ptychoicum* présentent souvent sur le pourtour externe et entre les bourrelets des traces de côtes assez apparentes.

Malgré ces différences assez importantes, il est fort possible que le *Phylloceras semisulcatum* soit un *Phylloceras ptychoicum* dépourvu de sa loge; mais, tant que ce fait n'aura pas été bien prouvé, je crois qu'il y a lieu de maintenir ces deux espèces, car si l'on ne tient pas compte des échantillons berriasiens, cités comme appartenant au Néocomien, il ne reste plus que quelques rares échantillons ferrugineux (quelquefois même un cas isolé comme celui de M. Léonhardt au Ventoux) signalés comme portant des traces de bourrelets, et encore il n'est pas certain que ces rares *Phylloceras* ferrugineux ne proviennent pas des couches supérieures du Berriasien.

Dans tous les cas, pour mon propre compte, je puis certifier que parmi les centaines d'exemplaires de *Phylloceras semisulcatum* ferrugineux, recueillis dans les riches gisements valengiens de la Vaucluse, de la Drôme, des Hautes-Alpes et de l'Ardèche, je n'ai jamais rencontré un seul échantillon présentant les bourrelets caractéristiques du *Phylloceras ptychoicum*.

Cette espèce commence à paraître dans les calcaires massifs

ruiniformes à *Oppelia lithographica* de Crussol, du Pouzin, de Chomérac et du bois de Paiolive; elle se trouve également très commune dans le Tithonique inférieur et supérieur des Carpathes, du Tyrol, des Alpes, de l'Apennin, de l'Algérie et de l'Andalousie.

Collection Gevrey et ma collection.

Rhacophyllites Loryi Mun.-Chalm. sp.

1875.— *Ammonites Loryi* Hébert, Bull. Soc. géol de France, 3^e série, t. 3, p. 388.

1879.— *Phylloceras silenus* Fontannes, Calc. du château, Pl. I, fig. 6.

Abondante dans les calcaires ruiniformes à *Oppelia lithographica*, cette espèce devient très rare dans les calcaires marneux du Tithonique inférieur. Tous les échantillons du Pouzin ont un ombilic étroit et profond, et présentent bien dans le jeune âge l'interruption caractéristique des sillons sur les flancs.

Se trouve aussi dans le Tithonique de Sicile, des Basses-Alpes, des Alpes Fribourgeoises et de l'Andalousie.

Collection Gevrey et ma collection.

Haploceras elimatum Oppel sp.

Pl. XIII, fig. 4.

1868.— *Ammonites elimatus* Zittel, Stramberg, p. 79, Pl. XIII, fig. 4-7.

C'est, avec le *Phylloceras ptychoicum*, le fossile le plus commun du Tithonique inférieur du Pouzin; les échantillons bien conservés présentent toujours à la partie antérieure de la loge des traces de côtes falciformes, tandis que l'usure détermine sur la partie cloisonnée un sillon dorsal assez profond.

Se trouve également dans le Tithonique inférieur des Carpathes, du Tyrol, de l'Andalousie et dans le Tithonique supérieur de Stramberg et de l'Algérie.

Collection Gevrey et ma collection.

Haploceras Staszicii Zeuschner sp.

1870.— *Haploceras Staszicii* Zittel, Ælt. Tithon., p. 50, Pl. XXVII, fig. 2-6.

Il n'est pas rare de trouver dans les calcaires marneux du Pouzin cette espèce, très voisine de la précédente, mais s'en distinguant suffisamment par une plus grande épaisseur et un ombilic plus étroit.

On la trouve encore dans le Tithonique inférieur des Carpathes, du Tyrol, de l'Apennin, de l'Andalousie et dans les calcaires massifs ruiniformes de Crussol, du Pouzin et de Chomérac.

Collection Gevrey et ma collection.

Haploceras carachtheis Zeuschner sp.

Pl. XIII, fig. 5

1868. — *Ammonites carachtheis* Zittel, Stramberg, p. 84, Pl. XV, fig. 1-3.

Cette espèce fait partie du groupe des *Haploceras* à flancs plats et à région externe peu arrondie; elle est caractérisée par la présence, sur la partie antérieure de la région externe, de plis transversaux, courts et peu profonds. Quand l'ouverture est conservée, on remarque de chaque côté une ailette et un sillon tout à fait caractéristiques. La loge est ornée de côtes falciformes, très fines et bien marquées autour de l'ombilic.

Ainsi que les quatre espèces précédentes, l'*Hapl. carachtheis* se trouve déjà dans les calcaires massifs ruiniformes de Crussol, du Pouzin, de Chomérac et de Paiolive; il est très commun dans le Tithonique inférieur du Pouzin et dans le Tithonique supérieur de Chomérac. On l'a signalé également dans le Tithonique inférieur et supérieur des Carpathes, du Tyrol, des Alpes, de l'Apennin et de l'Andalousie.

Collection Gevrey et ma collection.

Haploceras carachtheis var. *subtilior* Zittel

Pl. XIII, fig. 6

1870. — *Haploceras carachtheis* var. *subtilior* Zittel. *Ælt. Tith.*, p. 54, Pl. III, fig. 11.

J'ai trouvé dans le Tithonique inférieur du Pouzin un échantillon d'*Haploceras* se rapportant bien à la variété *subtilior* de M. Zittel; les flancs sont un peu arrondis comme ceux de l'*Haploceras elimatum*, et la loge présente sur la région siphonale les petits plis transversaux de l'*Hapl. carachtheis*, qui se continuent faiblement, de façon à former sur les flancs de légères ondulations.

Se trouve dans le Tithonique inférieur des Carpathes et de l'Apennin.

De ma collection.

Haploceras verruciferum Meneghini sp.

Pl. XIII, fig. 7

1870. — *Haploceras verruciferum* Zittel, *Ælt. Tithon.*, p. 52, Pl. III, fig. 8-10.

Du groupe des *Haploceras* à flancs plats, cette espèce se distingue facilement par son ombilic beaucoup plus ouvert et par le fort bourrelet arrondi, qui fait saillie sur la région siphonale, un peu en arrière de l'ouverture.

J'ai fait figurer un très bel exemplaire qui présente bien tous les caractères de cette espèce: les cloisons sont identiques à celles du type figuré par M. Zittel, la loge est ornée d'une vingtaine de

côtes falciformes à peine apparentes sur le milieu des flancs; il fait partie de la collection de M. Gevrey et provient des calcaires marneux du Pouzin.

Se trouve aussi dans le Tithonique inférieur des Carpathes, du Tyrol et de l'Apennin.

Collection Gevrey et ma collection.

Haploceras rhinotomum Zittel.

1870. — *Haploceras rhinotomum* Zittel, *Ælt. Tithon.*, p. 53, Pl. IV, fig. 1.

Parmi les nombreux *Haploceras* du Tithonique inférieur du Pouzin, j'en ai un qui présente tout à fait les caractères de cette espèce: les plis transversaux de la région siphonale sont plus longs, plus profonds et moins nombreux que dans l'*Hapl. carachtheis*.

Du Tithonique inférieur des Carpathes et du Tyrol.

De ma collection.

Oppelia Fallauxi Oppel sp.

Pl. XIII, fig. 8

1870. — *Oppelia Fallauxi* Zittel, *Ælt. Tithon.*, p. 61, Pl. IV, fig. 4-6.

Cette jolie espèce, caractéristique du Klippenkalk de Rogoznik, n'est pas très rare dans les calcaires marneux du Pouzin; M. Gevrey en a recueilli quatre échantillons et j'en possède moi-même huit autres qui sont bien conformes aux descriptions et aux figures de M. Zittel.

On voit, sur la région siphonale de la partie cloisonnée, lorsqu'elle n'est pas usée, une petite carène crénelée, et sur la ligne siphonale de la loge un sillon longitudinal très caractérisé et ne provenant nullement de l'usure du siphon, comme on l'observe quelquefois sur des échantillons usés d'*Haploceras elimatum*. Quand les tours sont bien conservés, ils portent des côtes larges, serrées sur la partie cloisonnée et de plus en plus espacées en se rapprochant de la loge, sur laquelle on n'en compte plus que quatre ou cinq. Ces côtes partent de l'ombilic, s'inclinent en avant et se terminent au milieu du tour, où elles forment sur la loge une première rangée de petits tubercules indistinctement reliés près de la région externe à une deuxième rangée de tubercules plus saillants et allongés dans le sens du siphon.

L'échantillon, un peu frustre, figuré par M. E. Favre, et qui provient du Tithonique du Dat (Alpes Fribourgeoises), appartient certainement à cette espèce, qui caractérise également le Tithonique inférieur des Carpathes et de l'Apennin central.

Collection Gevrey et ma collection.

Oppelia Waageni Zittel.1870.—*Oppelia Waageni* Zittel, *Ælt. Tithon.*, p. 78, Pl. V, fig. 1.

Je rapporte à cette espèce deux grands fragments d'*Oppelia*, un peu frustres comme l'échantillon figuré par M. Zittel; ils ont les mêmes dimensions et, sur la moitié externe des flancs, on y distingue bien des traces de côtes assez espacées.

Du Tithonique inférieur des Carpathes et de l'Apennin central.
De ma collection.

Oppelia sp.

M. Gevrey a trouvé dans les calcaires marneux du Pouzin un petit *Oppelia* du groupe de l'*Oppelia lithographica*.

Voici ses dimensions :

Diamètre	24 mill.
Hauteur du dernier tour par rapport au diamètre..	0,50
Epaisseur d° d° ..	0,21
Diamètre de l'ombilic.... d° ..	0,25

Ce sont bien les dimensions de l'exemplaire de l'*Oppelia lithographica* de Rogoznik, figuré par M. Zittel (*Ælt. Tithon.*, Pl. IV, fig. 21). L'échantillon du Pouzin porte sur son pourtour externe des côtes infléchies en avant et s'effaçant complètement du milieu du tour à l'ombilic. Comme il est dépourvu de sa loge, on ne peut savoir si, dans cette partie, toutes les côtes se terminent par des tubercules, comme dans l'*Oppelia lithographica*. Collection Gevrey.

Aptychus punctatus Voltz.1868.—*Aptychus punctatus* Zittel, Stramberg, p. 52, Pl. I, fig. 15.

Cette espèce est très abondante dans le Tithonique inférieur du Pouzin; elle forme, avec la suivante, un lit particulier à la partie supérieure des calcaires marneux et immédiatement au-dessous de la grande brèche qui sépare le Tithonique inférieur du Tithonique moyen.

Les échantillons de grande taille ne sont pas rares; j'en ai recueilli dont la longueur atteint 0,70 mm.; les plus communs ont environ 0,40 mm.

Du Tithonique inférieur et supérieur des Carpathes, du Tyrol, des Alpes, de l'Apennin, de la Drôme et de l'Andalousie; se trouve aussi dans les calcaires massifs ruiniformes et peut-être déjà dans la zone à *Aspidoceras acanthicum*.

Collection Gevrey et ma collection.

Aptychus Beyrichi Oppel.

1868.— *Aptychus Beyrichi* Zittel, Stramberg, p. 54, Pl. I, fig. 16-19.

Cet *aptychus*, moins commun que le précédent, est généralement de petite taille, d'environ 20 millim. de longueur. Il diffère de l'*Aptychus punctatus* par le pli que les côtes forment aux trois quarts de leur longueur et par la forme plus droite du bord antérieur.

Du Tithonique inférieur et supérieur des Carpathes, du Tyrol, de l'Apennin, des Alpes, de la Drôme et de l'Andalousie.

Collection Gevrey et ma collection.

Aptychus cf. *latus* Voltz.

Je n'ai trouvé dans les calcaires marneux du Pouzin qu'un seul exemplaire d'*Aptychus* du groupe des *Cellulosi* : son angle apical est de 120°, par conséquent intermédiaire entre l'angle apical de l'*Aptychus latus* Voltz et celui de l'*Aptychus obliquus* Quenstedt.

Dé ma collection.

Perisphinctes colubrinus Reinecke sp.

Pl. XIV, fig. 4.

1870. — *Perisphinctes colubrinus* Zittel, *Alt. Tithon.*, p. 107, Pl. IX, fig. 6, Pl. X, fig. 4-6.

Cette espèce n'est pas rare dans les calcaires marneux du Pouzin, mais il est difficile de se la procurer en bon état de conservation. J'en possède cinq échantillons, qui présentent bien tous les caractères distinctifs : l'ombilic est grand, les tours sont un peu arrondis, les côtes fortes et droites, très espacées, se bifurquent toutes, sauf une ou deux par tour qui restent simples, elles passent ensuite sans inflexion et sans interruption sur la région externe ; on observe par tour deux ou trois étranglements parallèles aux côtes.

Du Tithonique inférieur des Carpathes, du Tyrol, de l'Apennin, des Alpes, de la Drôme et de l'Andalousie.

Collection Gevrey et ma collection.

Perisphinctes Richteri Oppel sp.

Pl. XIV, fig. 2.

1868. — *Ammonites Richteri* Zittel, Stramberg, p. 108, Pl. XX, fig. 9-12.

J'ai recueilli au Pouzin plusieurs exemplaires de cette espèce, bien caractérisés par leur peu d'épaisseur et la grande inflexion de leurs côtes sur la région externe.

Du Tithonique inférieur et supérieur des Carpathes, du Tyrol des Alpes, de l'Apennin et de l'Andalousie.

Collection Gevrey et ma collection.

Perisphinctes Geron Zittel.

Pl. XIV, fig. 3.

1870. — *Perisphinctes Geron* Zittel, *Ælt. Tithon.*, p. 112, Pl. XI, fig. 3.

Je possède un petit exemplaire, dont les côtes fines, nombreuses et très inclinées en avant rappellent bien l'espèce du Tithonique inférieur du Tyrol méridional.

Cette espèce doit être très rare au Pouzin, car dans nos nombreuses recherches avec M. Gevrey nous n'avons jamais pu trouver d'autres échantillons bien caractérisés. Si ma détermination n'avait pas été confirmée par M. Zittel, je n'aurais certainement pas signalé le *Perisphinctes Geron* parmi les fossiles tithoniques de l'Ardèche. Je ne crois pas que les échantillons cités par M. Kilian, comme provenant du Pouzin, aient été recueillis dans le Tithonique inférieur. Si ces échantillons se rapprochent de l'*Am. Ardesicus* Fontannes, ils pourraient bien appartenir à la zone des calcaires massifs ruiniformes.

Du Tithonique inférieur des Carpathes, du Tyrol, de l'Apennin, de l'Andalousie.

De ma collection.

Perisphinctes contiguus Catullo sp.

Pl. XIV, fig. 4.

1870. — *Perisphinctes contiguus* Zittel, *Ælt. Tithon.*, p. 110, Pl. XI, fig. 1-2.

Les calcaires marneux du Tithonique inférieur du Pouzin et de Berrias renferment un grand nombre de *Perisphinctes* à côtes trifurquées, présentant plusieurs variétés.

La plupart se rapprochent bien de l'échantillon figuré par M. Zittel, Pl. XI, fig. 2; l'ombilic est un peu plus ouvert, mais les côtes toutes bifurquées dans la partie cloisonnée sont en grande partie trifurquées dans la loge, surtout celles qui sont près de l'ouverture. Cette trifurcation est tout à fait caractéristique, la division se fait en deux points différents; la branche antérieure se détache d'abord bien avant le milieu du tour, la seconde bifurcation se fait ensuite vers le milieu des flancs comme pour les autres côtes.

Quelques exemplaires ont un très grand nombre de côtes trifurquées aussi bien dans la partie cloisonnée que dans la loge (variété A).

D'autres, au contraire, ont dans le dernier tour presque toutes leurs côtes régulièrement bifurquées, sauf 7 ou 8 qui restent simples ou se trifurquent (Variété B).

Dans ces deux variétés les côtes sont, comme dans le type, épaisses, assez espacées et légèrement flexueuses.

Quelques échantillons, principalement dans la variété B, présentent parfois une légère atténuation des côtes sur la ligne siphonale.

Cette espèce caractérise le Tithonique inférieur des Carpathes, du Tyrol, de l'Apennin, des Alpes et de l'Andalousie.

Collection Gevrey et ma collection.

? Perisphinctes Deeckeï Kilian

1889. — *? Perisphinctes Deeckeï* Kilian, Mont. Lure, p. 417, fig. 55 et 56.

Je rapporte avec doute à cette espèce quelques échantillons du groupe du *Perisph. contiguus*, à flancs aplatis, et dont les côtes plus fines, presque constamment bifurquées vers le tiers externe des flancs, sont légèrement dirigées en avant au pourtour externe et sur la région siphonale.

Du Tithonique inférieur de Naux (Basses-Alpes).

De ma collection.

Perisphinctes rectefurcatus Zittel

1870. — *Perisphinctes rectefurcatus* Zittel, *Alt. Tithon.*, p. 227, Pl. XXXIV, fig. 7.

M. Zittel m'a déterminé sous ce nom un exemplaire à ombilic très ouvert, à côtes très espacées et assez régulièrement bifurquées vers le milieu des tours, sur lesquels on remarque deux ou trois étranglements peu profonds et parallèles aux côtes.

Voisin par ces caractères du *Perisph. colubrinus*, il s'en distingue par des tours plus plats et moins arrondis, ainsi que par une légère atténuation des côtes sur la région siphonale.

Du Tithonique inférieur du Tyrol méridional et de l'Andalousie.

De ma collection.

Perisphinctes Basilicæ E. Favre sp.

1877. -- *Ammonites Basilicæ*, E. Favre, Zone à A. acanthicus, p. 43, Pl. III, fig. 9-10.

Je détermine sous ce nom un bon exemplaire, bien caractérisé par ses étranglements et par ses côtes égales un peu infléchies en avant et presque toutes trifurquées au deux tiers des flancs.

Cette espèce a quelques rapports avec le *Perisph. contiguus* Cat., variété A; elle s'en distingue par ses côtes plus fines, presque toutes trifurquées et surtout par le mode de trifurcation, qui se fait au même point au lieu de se faire en deux points différents.

De la zone à *Amm. acanthicus* des Alpes, de la Suisse et de la Savoie, et du Tithonique du Ventoux.

De ma collection.

Perisphinctes Chalmasi Kilian

1889. — *Perisphinctes Chalmasi* Kilian, Andalousie, p. 652, Pl. XXVIII, fig. 4.

Diamètre.....	110 ^m / _m
Largeur du dernier tour par rapport au diamètre.....	0,36
Épaisseur » » »	0,23
Diamètre de l'ombilic » »	0,45

J'ai trouvé un grand fragment de cette espèce, il se rapproche du *Perisph. Geron* par sa grande taille et ses côtes nombreuses et serrées, mais il en diffère par un ombilic plus ouvert et par des côtes beaucoup plus droites; en outre sa loge est ornée de côtes ombilicales plus larges et plus espacées, se réduisant sur le bord de l'ombilic à de gros tubercules mousses, qui servent de point de départ d'un faisceau de côtes fines, peu distinctes sur le milieu des flancs mais bien apparentes sur la moitié externe et sur la région siphonale qu'elles traversent sans interruption.

Du Tithonique inférieur de l'Andalousie.

De ma collection.

Perisphinctes eudichotomus Zittel sp.

1868. — *Ammonites eudichotomus* Zittel, Stramberg, p. 112, Pl. XXI, fig. 6, 7.

Je rapporte à cette espèce quelques échantillons, à tours presque aussi épais que larges, dont les côtes se bifurquent un peu au delà du milieu des tours et sont ensuite interrompues sur la ligne siphonale, excepté près de l'ouverture où elles passent sans interruption sur la région externe.

Du Tithonique inférieur du Tyrol, de l'Apennin, des Alpes et de l'Andalousie; du Tithonique supérieur de Stramberg et de Chomérac.

Collection Gevrey et ma collection.

Perisphinctes Gevreyi nov. sp.

Pl. XIV, fig. 5.

Diamètre.....	65 ^m / _m
Largeur du dernier tour par rapport au diamètre.....	0,34
Épaisseur » » »	0,33
Diamètre de l'ombilic » »	0,41

Coquille comprimée dans son ensemble, spire formée de tours réguliers, nombreux, arrondis dans le jeune âge, un peu déprimés dans l'âge adulte, apparents dans l'ombilic sur la moitié de leur largeur, s'abaissant presque perpendiculairement sur les tours

précédents; les flancs, un peu convexes, s'abaissent vers la région externe qui est arrondie. Omphalite assez grande, profonde. Ouverture, presque aussi large que haute, fortement échancrée par le retour de la spire.

Les tours sont ornés de côtes presque droites, égales, peu écartées, saillantes, régulièrement bifurquées au milieu des flancs, sauf deux ou trois par tour qui restent simples, toutes passent sans inflexion et sans interruption sur la région externe. Cloisons inconnues.

Voisin du *Perisphinctes colubrinus* par la forme de ses tours, par ses côtes droites, bifurquées et non interrompues, le *Perisph. Gevreyi* est bien reconnaissable à son ombilic moins ouvert et à ses côtes nombreuses et beaucoup plus serrées.

Cette espèce paraît spéciale aux calcaires marneux du Tithonique inférieur du Pouzin.

Collection Gevrey et ma collection.

Perisphinctes pouzinensis nov. sp.

Pl. XIV, fig. 6

Diamètre.....	75 mill...	41 mill.
Largeur du dernier tour par rapport au diamètre.	0,32.....	0,34
Epaisseur d° d°	0,28.....	0,33
Diamètre de l'ombilic... d°	0,42.....	0,37

Coquille discoidale, comprimée. Spire composée de tours peu embrassants, apparents dans l'ombilic sur les deux tiers de leur largeur, aplatis sur les flancs, arrondis sur la région externe, saillants dans l'ombilic, qui est assez large. Ouverture comprimée sur les côtés, un peu plus haute que large, arrondie à la partie supérieure, fortement échancrée par le retour de la spire.

Le dernier tour est orné d'environ soixante côtes, presque droites, jusqu'un peu au-delà du milieu des flancs, où elles se divisent en deux branches qui passent ensuite sans interruption sur le pourtour externe en s'infléchissant assez fortement en avant. On observe quelques côtes trifurquées, ainsi qu'un ou deux petits étranglements parallèles aux côtes. Cloisons inconnues.

Du groupe du *Perisphinctes contiguus* par le mode de trifurcation de quelques-unes de ses côtes, le *Perisph. pouzinensis* s'en distingue par des tours plus plats, une ornementation plus fine, des côtes plus nombreuses, moins fortes, plus serrées, et surtout par l'inflexion de ses côtes sur la région externe.

Cette espèce commence dans les calcaires marneux du Titho-

nique inférieur du Pouzin et se continue dans les calcaires du Tithonique supérieur de Chomérac.

De ma collection, deux exemplaires.

Spinigera tatraca Zittel

1870. — *Spinigera tatraca* Zittel, *Æt. Tithon.*, p. 117, Pl. XII, fig. 5.

M. Gevrey a recueilli dans le Tithonique inférieur du Pouzin, un très bon fragment de cette espèce, sur lequel on distingue bien la saillie qui caractérise le dernier tour.

Du Tithonique inférieur de Rogoznik.

Collection Gevrey et ma collection.

Pholadomya Malbosi Pictet

Pl. XIV, fig. 7

1867. — *Pholadomya Malbosi* Pictet, Berrias, p. 92, Pl. XIX, fig. 3.

M. Gevrey a également trouvé dans les calcaires marneux du Pouzin une très jolie pholadomye qui, par la dépression de sa face buccale, par la forme très contournée de ses crochets et par ses ornements, rappelle tout à fait l'espèce des calcaires de Berrias. Elle se retrouve, d'ailleurs, dans le Tithonique supérieur de Chomérac.

Collection Gevrey.

Inoceramus? strambergensis Boehm

1883. — *Inoceramus? strambergensis* Boehm, Stramberg, p. 595, Pl. LXVII, fig. 1-3.

Je désigne ainsi plusieurs échantillons qui sont bien conformes aux figures de M. Boehm.

Du Tithonique supérieur de Stramberg et de Chomérac.

Collection Gevrey et ma collection.

Hinnites occitanicus Pictet

1867. — *Hinnites occitanicus* Pictet, Berrias, p. 97, Pl. XXII.

Cette espèce, bien caractérisée par ses côtes onduleuses et ses plis concentriques, a été rencontrée par M. Gevrey dans le Tithonique inférieur du Pouzin.

Du Tithonique supérieur de Berrias et de Chomérac.

Collection Gevrey.

Pygope janitor Pictet, sp.

Pl. XIV, fig. 8

1868. — *Terebratula janitor* Pictet, *Mél. pal.*, p. 161, Pl. XXX, fig. 1 à 10.

Sur une vingtaine d'échantillons recueillis dans les calcaires marneux du Pouzin, dix-neuf ont leurs lobes disjoints ; un seul a

ses deux lobes en contact. Je n'ai rencontré aucun exemplaire avec ses lobes unis. C'est là un fait d'autant plus curieux, que dans le Tithonique supérieur de Chomérac, j'ai constaté un phénomène inverse.

Si j'ajoute à cela que la forme des échantillons que l'on trouve plus bas, dans les calcaires massifs ruiniformes, est à peu près la même que celle du Tithonique inférieur du Pouzin, il y aurait peut-être lieu de tenir compte de cette différence et d'adopter un nom particulier pour la variété à lobes disjoints.

La *Terebratula janitor* commence à se montrer dans les calcaires massifs ruiniformes ; elle acquiert son plus grand développement dans les deux zones du Tithonique et persiste jusque dans le Néocomien, où elle est plus rare.

Collection Gevrey et ma collection.

Pygope Bouei Zeuschner, sp.

Pl. XIV, fig. 9

1870. — *Terebratula Bouei* Zittel, *Ælt. Tithon.*, p. 131, Pl. XIII, fig. 15-24.

M. Gevrey a recueilli au Pouzin un très bon échantillon de cette espèce, tout à fait semblable à ceux figurés par M. Zittel.

Du Tithonique inférieur des Carpathes, du Tyrol, de l'Apennin et de l'Andalousie.

Terebratula carpathica Zittel

1870. — *Terebratula carpathica* Zittel, *Ælt. Tithon.*, p. 137, Pl. XIV, fig. 6-8.

Je possède quelques térébratules, qui me paraissent bien se rapporter à l'espèce du Tithonique inférieur des Carpathes.

De ma collection.

Rhynchonella Zeuschneri Zittel

1870. — *Rhynchonella Zeuschneri* Zittel, *Ælt. Tithon.*, p. 146, Pl. XIV, fig. 26-28.

On trouve dans les calcaires marneux du Pouzin quelques petites rhynchonelles présentant bien les caractères de l'espèce du Tithonique inférieur de Rogoznik.

Collection Gevrey et ma collection.

Rhynchonella capillata Zittel

1870. — *Rhynchonella capillata* Zittel, *Ælt. Tithon.*, p. 149, Pl. XIV, fig. 38.

Cette espèce, très voisine de la *Rhynchonella spoliata* Suess, que l'on trouve dans le Tithonique supérieur de Chomérac, s'en distingue par une plus grande largeur du sinus et par une ornementation encore plus fine.

Du Tithonique inférieur des Carpathes et des Alpes Fribourgeoises.
Collection Gevrey.

Collyrites Verneuili Cotteau

Pl. XIV, fig. 10.

1870. — *Collyrites Verneuili* Zittel, *Ælt. Tithon.*, p. 154, Pl. XV, fig. 7-8.

M. Gevrey possède un exemplaire de cette espèce; la face supérieure est usée, mais il est bien reconnaissable à sa forme oblongue, arrondie et dilatée en avant, plus étroite en arrière, à son péristome subcirculaire presque central et à son périprocte ovale, à fleur de test, infra-marginal et placé à l'extrémité d'un renflement bien marqué au milieu de l'aire ambulacraire postérieure.

Du Tithonique inférieur des Carpathes, du Tyrol et de l'Andalousie.
Collection Gevrey.

2° DESCRIPTION DE LA FAUNE DU TITHONIQUE SUPÉRIEUR OU BERRIASIEN
DE L'ARDÈCHE ET PARTICULIÈREMENT DE CHOMÉRAC

Belemnites semisulcatus Münster

1879. — *Belemnites semisulcatus* E. Favre, Alpes Fribourgeoises, p. 21, Pl. II, fig. 1. 2.

Cette espèce, déjà signalée dans le Tithonique inférieur du Pouzin, paraît ne pas être rare dans les calcaires berriasiens de Chomérac.

Les échantillons, que l'on rencontre à ce niveau, sont bien identiques à ceux des couches inférieures; ils sont allongés, cylindriques et se retrécissent peu à peu de manière à se terminer par une pointe plus ou moins effilée; le sillon, assez profond, se prolonge jusqu'au point où le rostre commence à se retrécir.

Le *Belemnites semisulcatus* a une grande extension verticale; il commence à paraître dans l'Oxfordien supérieur et se continue ensuite dans tout le jurassique supérieur, y compris les couches tithoniques.

Collection Gevrey et ma collection.

Belemnites Orbignyi Duval-Jouve

Pl. XV, fig. 1, 2 et 3.

1844. — *Belemnites Orbignyi*, Duval, p. 65, Pl. VIII, fig. 4-9.

d° d° d'Orb. Pal. fr. supp. aux Terr. crét., Pl. IV, fig. 10-16.

On trouve dans les calcaires berriasiens de Chomérac et de Berrias plusieurs exemplaires de cette espèce, sujette à de grandes variations. Les uns, comme celui représenté fig. 1, sont conformes au type de Duval-Jouve: le rostre, peu allongé, cylindrique, sensiblement déprimé dans son milieu et dans sa partie postérieure, se

termine brusquement par une surface arrondie sur laquelle naît une pointe mucronée; le sillon peu évasé, à bords aigus, s'étend à peu près sur les trois quarts de la longueur.

D'autres, comme celui de la fig. 2, sont identiques à ceux figurés par d'Orbigny : le rostre, moins déprimé, un peu plus allongé à l'extrémité, s'amincit en arrière pour former graduellement une pointe plus ou moins effilée; le sillon n'occupe que la moitié de la longueur; je propose de désigner cette variété sous le nom de *suborbignyi*.

Enfin quelques échantillons, à rostre déprimé et à sillon allongé, se distinguent des deux types précédents par un léger rétrécissement de la partie antérieure, par un allongement plus grand, une alvéole moins profonde et surtout par une dilatation assez prononcée vers l'extrémité postérieure qui se termine par une pointe mucronée. La fig. 3 représente un exemplaire de cette deuxième variété que je propose de désigner sous le nom de *Jouvei*.

Sur tous ces échantillons, on reconnaît que le sillon est ventral et quand le rostre est bien conservé, on aperçoit de chaque côté de petits méplats dont les bords forment une arête latérale assez distincte.

Parmi les nombreux échantillons que j'ai eu sous la main, je n'en ai trouvé aucun qui ait eu en même temps son rostre dépourvu de lignes latérales, son extrémité arrondie et sa pointe assez obtuse, pour être rapporté avec certitude au *Bel. conophorus*.

Cette espèce se trouve également dans le Tithonique supérieur de Lémenc et dans les marnes valenginiennes de toute la région. La variété *Jouvei* paraît être spéciale au Tithonique supérieur de Chomérac et de Berrias.

Collection Gevrey et ma collection.

Belemnites conicus Blainville.

1827. — *Belemnites conicus* Blainville, Mém. sur les Bélemnites, p. 118, Pl. V, fig. 4.

J'ai recueilli dans le Tithonique supérieur de Chomérac plusieurs exemplaires très voisins de cette espèce, par la forme générale du rostre, la profondeur de sa cavité alvéolaire, la longueur et la largeur de son sillon; mais ils me paraissent s'éloigner un peu du type par la forme plus régulièrement allongée et effilée de la partie postérieure du rostre, par le sillon qui se prolonge un peu moins vers la pointe, et enfin par des petits méplats et des lignes latérales analogues à ceux que l'on observe sur les flancs du *Bel. Orbignyi*.

Cette variété se retrouve bien dans les marnes valenginiennes à *Belemnites latus* associée au *Belemnite conicus*, tel que l'a décrit

Blainville, mais il est à remarquer que ce dernier n'a pas encore été trouvé dans le Tithonique supérieur de Chomérac.

Les échantillons des calcaires de Berrias, du frère Euthyme, se rapportent également à la variété du Tithonique de Chomérac.

Collection Gevrey, du frère Euthyme, ma collection.

Belemnites latus Blainville

1828. — *Belemnites latus* Blainville, *Bélemnites*, p. 121, Pl. V, fig. 10.

M. Gevrey possède du Tithonique supérieur de Chomérac un très grand exemplaire de cette espèce, tout à fait semblable aux nombreux échantillons que l'on rencontre généralement dans les marnes qui forment la base du sous-étage valenginien, un peu au-dessous des couches marneuses à petites ammonites ferrugineuses, par conséquent à la limite du Jurassique et du Crétacé.

Cette espèce existe aussi dans le Tithonique supérieur de Berrias Chandolas et Vogué (Ardèche), de la Porte de France, de Chatillon en Diois, de Cabra (Andalousie) et de l'Algérie.

Collections Gevrey, du frère Euthyme, ma collection.

Belemnites ensifer Oppel

1868. — *Belemnites ensifer* Zittel, Stramberg, p. 36, Pl. I, fig. 9-11.

Déjà signalée dans les calcaires marneux du Tithonique inférieur du Pouzin, cette espèce se rencontre également dans les calcaires du Tithonique supérieur de Chomérac et de Berrias, et paraît se continuer jusque dans les marnes à *Belemnites latus*.

Du Tithonique inférieur et supérieur des Carpathes, du Tyrol, des Alpes Fribourgeoises et de Lémenc.

Collections Gevrey, du frère Euthyme, ma collection.

Belemnites tithonius Oppel

1868. — *Belemnites tithonius* Zittel, Stramberg, p. 37, Pl. I, fig. 12-13.

J'ai trouvé dans les calcaires de Chomérac de bons fragments de cette espèce, suffisamment bien caractérisés par la forme irrégulière des faces et des flancs, et par les arêtes saillantes qui les séparent.

Du Tithonique inférieur du Tyrol méridional, du Tithonique supérieur de Stramberg et du Tithonique des Alpes Fribourgeoises.

Collection Gevrey, ma collection.

Belemnites bipartitus Blainville

1827. — *Belemnites bipartitus* Blainv. *Mém. sur les Bél.* p. 113, Pl. V, fig. 19.

1840. — do do d'Orb. *Pal. fr. Terr. crét.* p. 45, Pl. III, fig. 6-12.

Je rapporte à cette espèce de nombreux petits fragments bien

caractérisés par leur forme comprimée sur les côtés et par la profondeur des sillons latéraux. Ces caractères les rapprochent également du *Belemnites datensis* E. Favre, du Tithonique des Alpes Fribourgeoises, qui pourrait bien n'être qu'une variété du *Bel. bipartitus*. Mais aucun de mes échantillons ne se termine par une pointe un peu excentrique et obtuse comme dans l'espèce de M. E. Favre.

Du Tithonique supérieur de Chomérac ; le gisement principal est dans les marnes à *Belemnites latus* du Valenginien.

Collection Gevrey, ma collection.

Belemnites Pilleti Pictet.

1868. — *Belemnites Pilleti* Pictet, Mel. paléont. p. 219, Pl. XXXVI, fig. 7-9.

Je désigne ainsi deux petits exemplaires provenant, l'un des calcaires de Chomérac et l'autre des calcaires de Berrias, remarquables par leur rostre quadrangulaire à angles émoussés et à flancs déprimés.

Du Tithonique supérieur de Lémenc et des Alpes Fribourgeoises.

Collection Gevrey, ma collection.

Belemnites Mayeri Gilliéron.

1873. — *Belemnites Mayeri* Gilliéron, Monsalvens, p. 203, Pl. IX, fig. 1-2.

Cette espèce des Alpes Fribourgeoises n'est pas rare dans le Tithonique supérieur de Chomérac. Du groupe des *Belemnites* à forme comprimée, elle se distingue facilement par son rostre court et trapu, sa section subrectangulaire à angles arrondis, son extrémité postérieure brusquement atténuée et pourvue d'une pointe mucronée et enfin par une large dépression sur les flancs.

Du Tithonique supérieur ou Berriasien de Monsalvens (Alpes de Fribourg).

Collection Gevrey, ma collection.

Nautilus Geinitzi Oppel.

1865. — *Nautilus Geinitzi* Oppel, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. XVII, p. 546.

1866. — *Nautilus aturioides* Pictet, Berrias, p. 63, Pl. II, fig. 1-2.

1868. — *Nautilus Geinitzi* Zittel, Stramberg, p. 45, Pl. II, fig. 1-7.

J'ai recueilli dans le Tithonique supérieur de Chadouillers et de Chandolas un nautilé, absolument identique au *Nautilus aturioides* Pictet, des calcaires de Berrias, que M. Zittel a réuni avec raison au *Nautilus Geinitzi* Oppel, du Tithonique supérieur de Stramberg.

De ma collection.

Lytoceras quadrisulcatum d'Orb. sp.1840. — *Ammonites quadrisulcatus* d'Orb. Pal. fr. Terr. crét. Pl. XLIX, fig. 1-3.1868. — *Lytoceras quadrisulcatum*, Zittel, Stramberg, p. 71, Pl. IX, fig. 1-5.

Cette espèce, que j'ai déjà signalée dans les calcaires marneux du Pouzin, se retrouve également dans les calcaires berriasiens de Chomérac, Berrias, Chadouillers, Vogué et Chandolas.

Du Tithonique inférieur et supérieur des Carpathes, du Tyrol, des Apennins, des Alpes et de l'Andalousie; des marnes valenginiennes à petites ammonites ferrugineuses.

Collection Gevrey, ma collection.

Lytoceras sutile Oppel sp.1868. — *Lytoceras sutile*, Zittel, Stramberg, p. 76, Pl. XII, fig. 1-5.

Les calcaires à *Terebratula diphyoides* de Chadouillers renferment cette espèce, que j'ai déjà citée dans le Tithonique inférieur du Pouzin. L'échantillon que j'ai rapporté est encore muni de son test et montre bien les côtes fines, égales et légèrement flexueuses, telles que M. Zittel les a figurées pl. 12., fig. 3.

Il est intéressant de retrouver dans les calcaires berriasiens de l'Ardèche cette espèce telle qu'on la trouve dans le Tithonique supérieur de Stramberg et dans le Tithonique inférieur du Tyrol, de l'Apennin, de l'Andalousie et du Pouzin.

Je doute fort que les petites ammonites pyriteuses du Valengien, désignées sous le nom d'*Am. Juilleti* d'Orb, appartiennent à cette même espèce.

De ma collection.

Lytoceras Liebigi Oppel sp.1868. — *Lytoceras Liebigi* Zittel, Stramberg, p. 74, Pl. IX, fig. 7.

Les calcaires du Tithonique supérieur de Chomérac et de Berrias contiennent de nombreux fragments de cette espèce, bien distincte des autres *Lytoceras* par la forme de ses tours.

Du Tithonique supérieur de Stramberg, du Véronais, de la Porte de France, de Lémenc, de l'Andalousie et de l'Algérie.

Collection Gevrey, ma collection.

Lytoceras Honnorati d'Orb. sp.1840. — *Ammonites Honnoratianus*, d'Orb. Pal. fr. Terr. crét. p. 124, Pl. XXXVII.1868. — *Lytoceras municipale*, Zittel, Stramberg, Pl. VIII, fig. 5.

On trouve dans le Tithonique supérieur de Chomérac, Vogué, Chandolas, Berrias et Chadouillers, de grands exemplaires de cette

espèce, munis de leur test et bien conformes aux échantillons si bien figurés par M. Zittel.

C'est encore une des espèces caractéristiques de Stramberg que l'on rencontre assez communément dans les couches berriasiennes d'un grand nombre de régions.

Collection du frère Euthyme et ma collection.

Phylloceras silesiacum Oppel sp.

1867. — *Ammonites Berriasensis*, Pictet, Berrias, p. 70, Pl. XII, fig. 4.

1868. — *Phylloceras Silesiacum*, Zittel, Stramberg, p. 62, Pl. V, fig. 4-7.

Cette espèce du Tithonique de Stramberg est également très répandue dans tout le Tithonique supérieur de l'Ardèche. Plusieurs auteurs ont cru devoir la réunir à l'*Am. Calypso* d'Orb., avec laquelle elle a, en effet, de très grands rapports, mais l'espèce tithonique a ses sillons plus rapprochés et leur courbure est moins prononcée que dans l'espèce valenginienne. Dans tous les cas, il me paraît impossible d'identifier à l'*Am. Calypso* l'*Am. Berriasensis* Pictet, qui a des sillons beaucoup plus nombreux et presque droits.

Du Tithonique supérieur de Stramberg, du Véronais, d'Aizy, du Tithonique des Carpathes, du Tyrol, de l'Apennin, de Sicile, des Alpes Fribourgeoises, du Dauphiné, de l'Andalousie et de l'Algérie.

Collections Gevrey, du frère Euthyme, ma collection.

Phylloceras ptychoicum Quenstedt, sp.

Pl. XV, fig. 4.

1868. — *Phylloceras ptychoicum*, Zittel, Stramberg, p. 59, Pl. IV, fig. 3-9.

1879. — d° d° E. Favre, Alpes Fribourgeoises, p. 22, Pl. II, fig. 4-6.

Cette espèce n'est pas moins abondante dans le Tithonique supérieur de l'Ardèche que dans les calcaires marneux du Tithonique inférieur du Pouzin. On y distingue toujours les nombreux bourrelets de la région externe, aussi bien sur les petits exemplaires que sur les grands.

Du Tithonique inférieur et supérieur des Carpathes, du Véronais, du Tyrol, des Alpes, de l'Apennin, de la Sicile, de l'Andalousie et de l'Algérie.

Collections Gevrey, du frère Euthyme, ma collection.

Phylloceras ptychoicum Quenstedt, sp., var. *inordinatum*

Pl. XV, fig. 5 et 6.

1879. — *Phylloceras ptychoicum*, E. Favre, Alpes Fribourgeoises, p. 23, Pl. II, fig. 4 et 5.

Il n'est pas rare de trouver à Chomérac, à Vogué et à Chandolas, de petits exemplaires de *Phylloceras ptychoicum*, présentant sur la

région siphonale des bourrelets doubles et même triples, correspondant à un seul sillon ombilical. M. E. Favre a fait figurer un jeune individu de Dat (Alpes Fribourgeoises) sur lequel on voit bien ces doubles bourrelets. Jusqu'à présent, je n'ai observé cette particularité que sur des échantillons provenant du Tithonique supérieur et comme, parmi les nombreux exemplaires du Tithonique inférieur du Pouzin que j'ai recueillis, aucun d'eux ne présente le moindre indice de dédoublement des bourrelets, je crois utile de désigner cette variété sous un nom particulier, d'autant plus que tous les individus à bourrelets doubles ou triples ne paraissent avoir que trois ou quatre sillons ombilicaux, auxquels correspondent un, deux ou trois bourrelets indistinctement.

Du Tithonique des Alpes Fribourgeoises.

Collection Gevrey, ma collection.

Haploceras elimatum Oppel, sp.

1868. — *Ammonites elimatus*, Zittel, Stramberg, p. 79, Pl. XIII, fig. 1-7.

On rencontre assez fréquemment dans les calcaires du Tithonique supérieur de Chomérac, Vogué et Berrias, des échantillons de cette espèce absolument identiques à ceux du Tithonique inférieur du Pouzin.

Du Tithonique inférieur et supérieur des Carpathes, du Tyrol, de l'Andalousie et de l'Algérie.

Collection Gevrey, ma collection.

Haploceras tithonium Oppel

1868. — *Ammonites tithonius* Zittel, Stramberg, p. 82, Pl. XIV, fig. 1-3.

M. Kilian a cru devoir réunir cette espèce à l'*Haploceras Grasianum* d'Orb. du Valenginien. Les exemplaires que j'ai recueillis dans les calcaires de Chomérac sont bien conformes au type figuré par M. Zittel : l'ombilic est plus petit, le dernier tour est plus haut et surtout beaucoup plus épais que dans l'*Hapl. Grasianum* ; les arêtes du pourtour externe et de l'ombilic, si accusées dans cette dernière espèce, sont moins marquées dans l'*Hapl. tithonium*.

Du Tithonique supérieur de Stramberg.

De ma collection.

Haploceras Grasi d'Orb., sp.

1840. — *Ammonites Grasianus*, d'Orb. Pal. fr. Terr. crét. p. 144, Pl. XLIV.

Le Tithonique supérieur de Chomérac, Vogué, Chandolas et Berrias renferme des *Haploceras*, qui paraissent bien appartenir à l'espèce néocomienne figurée par d'Orbigny ; malheureusement les

exemplaires étant le plus souvent aplatis ou incomplets, certains caractères peuvent échapper et leur détermination ne peut se faire avec toute l'exactitude désirable. L'échantillon provenant de Berrias et figuré par Pictet est identique à l'exemplaire figuré par d'Orbigny; mais j'ai vu dans les collections du frère Euthyme et de M. Gevrey plusieurs exemplaires de grande taille, rapportés jusqu'à ce jour à l'*Hapl. Grasi* et présentant sur la ligne siphonale du dernier tour une carène bien marquée auprès de l'ouverture, s'atténuant peu à peu et finissant par disparaître complètement. Lorsque cette partie de la coquille vient à manquer, les échantillons peuvent facilement être pris pour des *Hapl. Grasi*.

Collections Gevrey, du frère Euthyme et ma collection.

Haploceras Wöhleri Oppel sp.

1868. — *Ammonites Wöhleri* Zittel Stramberg, p. 84, Pl. XIV, fig. 84.

Je rapporte à cette espèce quelques gros fragments d'*Haploceras* provenant des calcaires de Chomérac; l'ombilic est très peu ouvert, les tours, aplatis sur les flancs et arrondis au pourtour, sont ornés sur la région externe de plis larges et espacés, devenant flexueux tout en s'atténuant sur les flancs et visibles seulement à la fin du dernier tour.

Du Tithonique supérieur de Stramberg.

De ma collection.

Haploceras carachtheis Zeuschner sp.

Pl. XV, fig. 7 et 8.

1868. — *Ammonites carachtheis* Zittel, Stramberg, Pl. XV, fig. 1-3, p. 84.

Cette espèce est extrêmement abondante dans les calcaires berriasiens de Chomérac; je l'ai rencontrée au même niveau à Vogué et à Chandolas; c'est une des espèces essentiellement jurassiques qui montent jusque dans les couches les plus élevées du Berriasien. On sait qu'elle est tout à fait caractéristique du Tithonique inférieur et supérieur des Carpathes, du Tyrol, des Alpes, de l'Apennin et de l'Andalousie.

Collection Gevrey, ma collection.

Haploceras leiosoma Oppel sp.

Pl. XV, fig. 9, 10 et 11.

1868. — *Ammonites leiosoma* Zittel, Stramberg, p. 86, Pl. XIV, fig. 5-6.

On trouve assez souvent dans les calcaires de Chomérac de petits *Haploceras*, qui présentent bien les caractères de cette espèce du Tithonique supérieur de Stramberg et de Koniakau; ils se dis-

tinguent de l'*Hapl. carachtheis* par une plus grande épaisseur, un ombilic beaucoup plus petit, une ouverture dépourvue d'ailettes et de sillons, et enfin par les plis de la région externe qui sont plus fins et moins nombreux.

Du Tithonique supérieur de Stramberg et de l'Algérie.

Collection Gevrey, ma collection.

Haploceras cristiferum Zittel sp.

Pl. XV, fig. 12 et 13.

1868. — *Ammonites cristifer* Zittel, Stramberg, p. 17, Pl. IV, fig. 17.

J'ai recueilli dans les calcaires de Chomérac plusieurs échantillons de cette jolie petite espèce, caractéristique comme la précédente du Tithonique supérieur de Stramberg et de Koniakau. Voisin par ses flancs plats et son ombilic étroit de l'*Hapl. leiosoma*, l'*Hapl. cristiferum* porte sur sa région siphonale et près de l'ouverture une forte carène qui s'atténue rapidement et disparaît vers le milieu de la loge; cette partie de la coquille est en même temps ornée de côtes fines, très flexueuses, visibles surtout sur le pourtour externe qu'elles traversent en forme de chevron et en coupant la carène qui se trouve par ce fait dentelée.

Du Tithonique supérieur de Stramberg.

Collection Gevrey, ma collection.

Oppelia zonaria Oppel sp.

1868. — *Oppelia zonaria* Zittel, Stramberg, p. 91, Pl. XV, fig. 4-5.

La collection du frère Euthyme renferme un exemplaire de cette espèce, provenant des calcaires de Berrias; il est tout à fait conforme à l'échantillon figuré par M. Zittel.

Du Tithonique supérieur de Stramberg.

Collection du frère Euthyme.

Aptychus punctatus Voltz

1868. — *Aptychus punctatus* Zittel, Stramberg, p. 52, Pl. I, fig. 15.

On rencontre assez fréquemment dans les calcaires de Chomérac de grands échantillons d'*Aptychus* qui sont bien identiques à ceux du Tithonique inférieur du Pouzin.

Du Tithonique inférieur et supérieur des Carpathes, du Tyrol, des Alpes, de l'Apennin, de la Sicile, de la Drôme, de l'Isère, de la Savoie, de l'Andalousie et de l'Algérie.

Collection Gevrey, ma collection.

Aptychus Beyrichi Oppel

1868. — *Aptychus Beyrichi* Zittel, Stramberg, p. 54, Pl. I, fig. 16-19.

On trouve encore à Chomérac de petits *Aptychus*, qui appartiennent incontestablement à cette même espèce, que j'ai également signalée dans le Tithonique inférieur du Pouzin.

Du Tithonique inférieur et supérieur des Carpathes, du Tyrol, de l'Apennin, de la Sicile, etc., etc.

Collection Gevrey, ma collection.

Aptychus Seranonis Coquand

1841. — *Aptychus Seranonis* Coq. Bull. Soc. Géol. 1^{re} sér., t. XII, p. 390, Pl. IX, fig. 13.

1867. — do do Pictet, Berrias, p. 123, Pl. XXVIII, fig. 8 à 10.

Quelques échantillons de Chomérac, à côtes fines et sinueuses, me paraissent devoir se rapporter à cette espèce, signalée depuis longtemps par Pictet dans les calcaires de Berrias.

Collection Gevrey, ma collection.

Holcostephanus Narbonensis Pictet, sp.

1867. — *Ammonites Narbonensis* Pictet, Berrias, Pl. XVII, fig. 1. 2.

Cette espèce de Berrias n'est représentée que par des fragments dans le Tithonique supérieur de Chomérac, mais ceux-ci sont suffisamment bien caractérisés par leur ombilic très ouvert, par le développement des tubercules et du bourrelet qui les continue et par la multiplication des côtés intermédiaires, plus courtes que celles qui naissent des tubercules.

Du Tithonique supérieur de Cabra.

Collection Gevrey.

Holcostephanus pronus Oppel, sp.

Pl. XV, fig. 14, 15 et 16.

1868. — *Ammonites pronus* Zittel, Stramberg, p. 91, Pl. XV, fig. 8-11.

J'ai trouvé dans les calcaires du Tithonique supérieur de Chomérac et de Chandolas plusieurs exemplaires de cette espèce, bien caractérisés par leurs côtes en forme de chevrons et interrompues sur la région siphonale. Dans le jeune âge, les tubercules de l'ombilic disparaissent et les côtes restent simples.

Du Tithonique supérieur de Stramberg, du Véronais, des Alpes Fribourgeoises, de Lémenc et de l'Andalousie.

Collection Gevrey, ma collection.

Holcostephanus Negreli Math., sp.

Pl. XV, fig. 17 et 18.

1880. — *Ammonites Negreli* Math. Rech. pal., Pl. B, 27, fig. 1.1889. — *Holcostephanus Negreli* Kilian, Andalousie, p. 646, Pl. XXVII, fig. 5.

Cette espèce n'est pas rare dans les calcaires berriasiens de Chomérac, Vogué et Chandolas; on la trouve aussi bien dans les calcaires marneux que dans les bancs brêchoïdes. Les exemplaires que je possède sont conformes à l'échantillon du Tithonique supérieur de Cabra (Andalousie), décrit et figuré par M. Kilian. J'ai recueilli un individu jeune, sur lequel on voit encore les trois constriction, dirigées en avant et coupant obliquement les côtes, mais les tubercules de l'ombilic sont remplacés par des côtes saillantes qui deviennent plus fines après le point de bifurcation.

Du Tithonique supérieur de l'Andalousie, des Hautes-Alpes, de la Drôme et des Basses-Alpes.

Collection Gevrey, ma collection.

Holcostephanus Grotei Oppel, sp.1867. — *Ammonites Astieri* Pictet, Mél. pal., Pl. XXXVIII, fig. 8.1868. — do *Groteanus* Zittel, Stramberg, p. 90, Pl. XVI, fig. 1-4.

Les collections de M. Gevrey et du frère Euthyme renferment plusieurs échantillons de cette espèce, provenant des calcaires de Berrias, où d'ailleurs elle a été signalée depuis longtemps. J'ai également recueilli moi-même dans les calcaires berriasiens de Chandolas et de Chomérac des exemplaires qui, par leurs tours étroits et leur forme globuleuse, ne peuvent appartenir qu'à cette espèce.

Du Tithonique supérieur de Stramberg, du Véronais, de l'Andalousie et du Jurassique supérieur de l'Inde (Thibet).

Collections Gevrey, du frère Euthyme et ma collection.

Perisphinctes Richteri Oppel, sp.

Pl. XVI, fig. 1.

1868. — *Ammonites Richteri* Zittel, Stramberg, p. 108, Pl. XX, fig. 9-12.

Cette espèce, essentiellement caractéristique du Jurassique supérieur et particulièrement du Tithonique, existe également dans le Tithonique supérieur de Chomérac; les exemplaires, quoique généralement de petite taille, sont faciles à reconnaître à leur faible épaisseur et à la grande inflexion des côtes sur la région externe. J'en ai recueilli moi-même deux échantillons, dont un de grande

taille, dans les bancs les plus élevés de l'assise, presque au contact des marnes valenginiennes.

Du Tithonique supérieur de Stramberg, du Véronais, des Alpes et de l'Andalousie; du Tithonique inférieur du Tyrol méridional et de l'Apennin central.

De ma collection.

Perisphinctes Lorioli Zittel sp.

Pl. XVI, fig. 2.

1868. — *Ammonites Lorioli* Zittel, Stramberg, Pl. XX, fig. 6-8.

1889. — *Perisphinctes Lorioli* Kilian, Andalousie p. 652, Pl. XXVIII, fig. 3.

Les calcaires berriasiens de Chomérac et de Vogué renferment de nombreux fragments de cette espèce, bien caractérisés par leur peu d'épaisseur, des flancs presque plats, une région externe régulièrement arrondie, des côtes espacées, peu flexueuses, se bifurquant vers le milieu des tours et passant directement et sans interruption sur la région siphonale.

Quelques exemplaires, à côtes plus flexueuses et dont la bifurcation se fait plus près du pourtour externe, me paraissent identiques au fragment de Cabra figuré par M. Kilian.

Du Tithonique supérieur de Koniakau, des Alpes Fribourgeoises, de la Drôme et de l'Andalousie.

Colléction Gévre, ma collection.

Perisphinctes sublorioli Kilian

1889. — *Perisphinctes sublorioli* Kilian, Andalousie, p. 652, Pl. XXXIII, fig. 4.

Je désigne ainsi plusieurs fragments du Tithonique supérieur de Chomérac, voisins de l'espèce précédente, mais s'en distinguant bien par des tours beaucoup plus épais, des côtes légèrement plus flexueuses, plus infléchies en avant sur le pourtour externe et quelquefois trifurquées.

Du Tithonique supérieur de l'Andalousie.

Collection Gévre, ma collection.

Perisphinctes Pouzinensis, sp. nov.

Pl. XVI, fig. 3.

Je rapporte à cette espèce du Tithonique inférieur du Pouzin, deux exemplaires des calcaires de Chomérac, dont l'un a 45 mill. de diamètre et l'autre 30 mill. La bifurcation des côtes se fait bien un peu plus près du pourtour externe, mais tous les autres caractères sont identiques.

Du Tithonique inférieur du Pouzin.

Collection Gévre.

Perisphinctes eudichotomus Zittel sp.

Pl. XVI, fig. 4.

1868. — *Ammonites eudichotomus* Zittel, Stramberg, p. 112, Pl. XXI, fig. 6-7.

Cette espèce paraît être assez abondante dans les calcaires de Chomérac; les échantillons que j'ai examinés ne me laissent aucun doute sur leur parfaite identité avec les exemplaires de Stramberg, figurés par M. Zittel.

Du Tithonique supérieur de Stramberg, de Lémenc; du Tithonique inférieur du Tyrol, de l'Apennin, du Pouzin, de l'Andalousie.

Collection Gevrey, ma collection.

Perisphinctes transitorius Oppel sp.

Pl. XVI, fig. 5 et 6.

1868. — *Ammonites transitorius* Zittel, Stramberg, p. 103, Pl. XXII, fig. 1-6.

Quelques petits exemplaires, recueillis dans les calcaires de Chomérac, très voisins de l'espèce précédente, semblent cependant par leurs côtes plus serrées et plus nombreuses devoir être rapportés au *Perisph. transitorius*.

Un grand fragment, provenant des calcaires de Berrias, a été reconnu par M. Zittel comme appartenant bien à cette espèce.

Du Tithonique supérieur de Stramberg, de Lémenc, des Alpes Fribourgeoises et de l'Andalousie, du Tithonique inférieur du Tyrol.

Collection Gevrey, ma collection.

Perisphinctes senex Oppel sp.

Pl. XVI, fig. 7 et 8.

1868. — *Ammonites senex* Zittel, Stramberg, p. 113, Pl. XXIII, fig. 1-3.

J'ai recueilli dans le Tithonique supérieur de Chomérac plusieurs exemplaires de cette espèce du groupe du *Perisph. transitorius*, mais bien caractérisée par un ombilic plus étroit, par des côtes plus nombreuses et plus fines, laissant toujours sur la ligne siphonale une bande lisse bien apparente.

Du Tithonique supérieur de Stramberg, du Véronais et de l'Andalousie.

Collection Gevrey, ma collection.

Hoplites Privasensis Pictet sp.

Pl. XVII, fig. 1.

1867. — *Ammonites Privasensis*, Pictet, Mél. pal., Pl. XVIII, fig. 1-2, p. 84.

1868. — » » Pictet, » p. 245.

Je comprends sous cette dénomination plusieurs échantillons des

calcaires berriasiens de Chomérac, présentant bien les caractères signalés par Pictet, au sujet de la distinction entre cette espèce et l'*Hopl. Calisto* d'Orb. Ils ont les côtes moins nombreuses, plus droites et beaucoup plus écartées que dans l'*Hopl. Calisto*; ces côtes se bifurquent un peu après le milieu du tour, et la bifurcation est précédée d'un petit renflement imitant quelquefois un faible tubercule; l'ombilic est plus grand (0,40), la ligne siphonale est plate et peu enfoncée.

Diamètre du plus grand exemplaire.....	52 ^m /m
Largeur du dernier tour par rapport au diamètre.	0.34
Epaisseur	d° . 0.25
Diamètre de l'ombilic	d° . 0.40

Cette espèce se trouve également dans les calcaires berriasiens de Berrias, Vogué, Chandolas et dans les calcaires blancs qui les supportent.

Du Tithonique supérieur de Stramberg, des Alpes, de la Drôme, de l'Andalousie et de l'Algérie.

Collections Gevrey, du frère Euthyme et ma collection.

Hoplites Calisto d'Orb. sp.

Pl. XVII, fig. 2.

1849. — *Ammonites Calisto* d'Orb. Pal. fr. Terr. jur., p. 53, pl. 213, fig. 1-2.

1868. — » » Pictet. Mél. Pal. Pl. XXXVIII, fig. 3 et 4.

Les calcaires berriasiens de Chomérac, Vogué, Chandolas et Berrias renferment un grand nombre d'*Hoplites* appartenant à cette espèce, que l'on peut considérer comme une des plus caractéristiques du Tithonique supérieur.

L'exemplaire représenté pl. XVII, fig. 2, est tout à fait conforme au type de l'*Am. Calisto*, tel que d'Orbigny et Pictet l'ont décrit et figuré; les côtes plus serrées, plus nombreuses et plus flexueuses que dans l'*Hopl. Privasensis*, se bifurquent vers le milieu des flancs; l'ombilic est plus étroit (0.32), l'excavation sur la ligne siphonale est assez profonde dans la partie cloisonnée et presque nulle dans le commencement de la loge, où l'interruption des côtes est marquée par une bande lisse, bien apparente, mais qui s'efface près de l'ouverture, les côtes passant ensuite sans s'interrompre sur tout le pourtour externe. Un exemplaire plus jeune montre plusieurs côtes simples, comme on les voit dans les tours intérieurs de l'échantillon figuré par d'Orbigny. Parmi les nombreux exemplaires voisins de cette espèce, recueillis dans l'Ardèche et particulièrement à Chomérac, j'ai pu reconnaître plusieurs formes présentant

des caractères distinctifs assez importants pour pouvoir les désigner sous un nom particulier :

1^o Variété *subcalisto* Pl. XVII, fig. 3 et 4.

Cette forme assez commune diffère du type par un ombilic plus grand (0.38), par ses côtes un peu moins flexueuses, moins serrées dans la partie cloisonnée et se bifurquant plus tard vers le tiers externe des flancs.

2^o Variété *Berthei* Pl. XVII, fig. 5 et 6.

Je possède plusieurs exemplaires de cette variété, qui se rattache à l'*Hopl. Calisto* par la largeur de son ombilic, la forme et l'aplatissement des tours et le point de bifurcation des côtes au milieu des flancs; mais elle s'en distingue par des côtes beaucoup plus espacées, très peu flexueuses, très épaisses surtout sur le pourtour externe, où elles sont assez infléchies en avant, de façon à se terminer en forme de chevrons sur la ligne siphonale, laissant entre elles un sillon très étroit.

3^o Variété *Chomeracensis* Pl. XVII, fig. 7 et 8.

Je désigne sous ce nom une variété de l'*Hoplites Calisto*, ayant dans la partie cloisonnée presque toutes ses côtes simples, espacées, infléchies en avant sur le pourtour externe, où elles se terminent par un petit tubercule assez saillant; la coquille conserve encore dans la loge un grand nombre de côtes simples, les autres se bifurquent vers le milieu des flancs.

4^o Variété *Oppeli*.

M. Kilian a déjà proposé d'appeler ainsi l'*Am. Calisto* Zittel, (Stramberg Pl. XX, fig. 1-4). Je rapporte à cette variété plusieurs exemplaires à ombilic plus ouvert et à tours plus épais que l'*Hoplites Calisto* type; les côtes, épaisses et beaucoup plus espacées, sont légèrement infléchies en avant.

Du Tithonique supérieur de Stramberg et Koniakau, des Alpes suisses, de Lémenc, de l'Isère, de la Drôme, des Basses-Alpes et de l'Andalousie.

Collections Gevrey, du frère Euthyme et ma collection.

Hoplites delphinensis Kilian

1889. — *Hoplites delphinensis* Kilian, Mission d'Andalousie, p. 662, fig. 1.

On trouve assez souvent dans le Tithonique supérieur de Chomérac des *Hoplites*, du groupe de l'*Hoplites Calisto*, présentant sur

le tiers externe des flancs la dépression signalée par M. Kilian sur des échantillons de Cabra. Ce caractère n'est peut-être pas suffisant pour établir une espèce nouvelle; il paraîtrait plus rationnel de maintenir cette espèce comme une simple variété de l'*Hoplites Calisto*.

Du Tithonique supérieur de la Drôme et de l'Andalousie. Collection Gevrey et ma collection.

Hoplites carpathicus Zittel sp.

Pl. XVII, fig. 9, 10, 11.

1868. — *Ammonites carpathicus* Zittel, Stramberg, p. 107, Pl. XVIII, fig. 4-5.

Cette espèce, qui est assez abondante dans les calcaires berriasiens de Chomérac, fait encore partie du groupe des *Hoplites* dépourvus de tubercules. Voisine de l'*Hoplites Calisto* par sa forme générale, elle s'en distingue par un ombilic un peu plus étroit, par ses côtes plus fines, plus nombreuses, peu flexueuses, simplement dirigées en avant et se bifurquant généralement vers le tiers externe des flancs.

On trouve aussi à Chomérac une variété de l'*Hoplites carpathicus*, à côtes encore plus fines, plus serrées, un peu plus flexueuses et plus fortement dirigées en avant; elle est figurée Pl. XVII, fig. 10 et 11.

Du Tithonique supérieur de Koniakau, du Véronais, de la Drôme et de l'Andalousie.

Collection Gevrey et ma collection.

Hoplites Boissieri Pictet sp.

Pl. XVIII, fig. 1.

1867. — *Ammonites Boissieri* Pictet, Mél. pal., Berrias, p. 79, Pl. XV.

Cette espèce se rencontre assez souvent dans les calcaires berriasiens de Vogué, Chandolas et Berrias, je l'ai trouvée au même niveau dans les calcaires bréchoïdes de Chomérac, associée à la faune de Stramberg. Tous les exemplaires sont ornés de tubercules ombilicaux d'où naissent le plus souvent deux côtes flexueuses, entre lesquelles s'intercalent quelquefois d'autres côtes égales ou un peu plus petites. Ces côtes sont à peu près droites jusqu'à un peu au-delà du milieu du tour, puis elles s'infléchissent en arrière pour revenir en avant; très peu restent simples, le plus grand nombre se multiplient par bifurcation ou par intercalation, traversent le pourtour externe sans former de tubercules mais en s'interrompant au milieu, où elles laissent une ligne siphonale lisse.

L'*Hoplites Boissieri* est une des espèces les plus caractéristiques du Berriasien; elle a été trouvée à ce niveau au Mont Ventoux, à la

montagne de Lure, dans la chaîne des Dourbes, dans la Savoie et dans les Alpes Suisses.

Collections Gevrey, du frère Euthyme et ma collection.

Hoplites abscissus Oppel sp.

Pl. XVIII, fig. 2.

1868. — *Ammonites abscissus* Zittel, Stramberg, Pl. XIX, fig. 1-4.

Je rapporte à cette espèce plusieurs fragments provenant des calcaires bréchoïdes de Chomérac, et quelques grands exemplaires ferrugineux recueillis dans les calcaires berriasiens de Chandolas. Très voisins de l'espèce précédente, ils s'en distinguent par les tubercules ombilicaux qui paraissent n'exister qu'à la fin du dernier tour seulement et par une inclinaison un peu plus grande des dernières côtes.

Comme ces caractères ne paraissent pas très constants, il pourrait très bien se faire que cette espèce de Stramberg ne fût qu'une variété de l'*Hoplites Boissieri*, à laquelle elle semble d'ailleurs se relier par des passages, ainsi que l'ont déjà constaté MM. Haug et Kilian sur des exemplaires des calcaires berriasiens de la Faurie (Hautes-Alpes).

Du Tithonique supérieur de Stramberg, du Berriasien de la Faurie (Hautes-Alpes).

De ma collection.

Hoplites progenitor Oppel sp.

Pl. XVIII, fig. 3 et 4.

1868. — *Ammonites progenitor* Zittel, Stramberg, p. 99, Pl. XVIII, fig. 3.

Cette petite espèce se rapproche des deux précédentes par ses tubercules ombilicaux; elle en diffère par ses côtes relativement plus espacées et plus fortes, surtout sur le pourtour externe, où elles se terminent par un léger renflement. On la trouve dans les calcaires bréchoïdes berriasiens de Chomérac.

Du Tithonique supérieur de Stramberg, du Véronais et de l'Andalousie.

Collection Gevrey et ma collection.

Hoplites occitanicus Pictet sp.

Pl. XVIII, fig. 5.

1867. — *Ammonites occitanicus* Pictet, Mél. pal., Berrias, p. 81, Pl. XVI, fig. 1.

Cette espèce, essentiellement caractéristique du Berriasien, se trouve fréquemment dans les calcaires bréchoïdes de Chomérac au milieu de la faune de Stramberg. Tous les exemplaires que j'ai

recueillis sont bien caractérisés par leur forme très comprimée et leur ombilic assez étroit; les tubercules de l'ombilic sont assez apparents; les côtes, nombreuses et serrées au pourtour externe, s'étendent jusqu'au tiers externe des flancs et sont ensuite très atténuées, surtout dans l'âge adulte.

L'Hoplites occitanicus se rencontre partout où on a signalé les calcaires berriasiens; elle a également été citée dans le Tithonique supérieur du Véronais et de l'Andalousie.

Collections Gevrey, du frère Euthyme, ma collection.

Hoplites Dalmasi Pictet sp.

Pl. XVIII, fig. 6.

1867. — *Ammonites Dalmasi* Pictet, Mém. pal. Berrias, p. 73, Pl. XII, fig. 4.

1889. — *Hoplites? Dalmasi*, Kilian, Mont. de Lure, p. 420, fig. 57 et 58.

Les calcaires bréchoïdes du Tithonique supérieur de Chomérac renferment de nombreux exemplaires de cette espèce, également caractéristique des calcaires de Berrias. Un échantillon de la collection de M. Gevrey a sensiblement les mêmes dimensions que celui que M. Kilian a décrit et figuré dans sa thèse sur la montagne de Lure :

Diamètre de l'exemplaire.....	60 ^m / _m
Largeur du dernier tour par rapport au diamètre.....	0.35
Epaisseur d°.....	0.23
Diamètre de l'ombilic d°.....	0.38

L'ombilic de l'exemplaire, figuré par Pictet, est un peu moins ouvert (0.30), mais cette différence paraît tenir à une légère déformation de cet échantillon, le seul, d'ailleurs, que Pictet ait eu entre les mains. Tout le reste de l'ornementation est bien conforme aux descriptions de ces deux auteurs: l'ombilic est orné de 28 tubercules allongés, recourbés et dirigés en avant, donnant chacun naissance sur les flancs à deux ou trois côtes sinueuses, infléchies en avant, bien apparentes sur les tours intérieurs. Dans le jeune âge, ces côtes se continuent jusqu'au pourtour externe, où elles sont interrompues de manière à former sur la ligne siphonale, d'abord un sillon, puis une simple bande lisse; dans l'âge adulte, elles s'atténuent considérablement, au point que, sur la fin du dernier tour, la coquille ne montre plus que les tubercules de l'ombilic et les côtes dégèrent en simples ondulations.

Collection Gevrey et ma collection.

Hoplites Euthymi Pictet sp.

Pl. XVIII, fig. 7.

1867. — *Ammonites Euthymi* Pictet, Mél. pal., Berrias, p. 76, Pl. XIII, fig. 3.

Je rapporte à cette espèce un bon fragment d'*Hoplites*, à trois rangées de tubercules, recueilli dans les calcaires bréchoïdes du Tithonique supérieur de Chomérac; il est très voisin du type figuré par Pictet, Pl. XIII, fig. 3, les flancs sont très peu convexes, le pourtour externe est plat et séparé des flancs par un angle presque droit; l'ombilic est très grand, l'ouverture à peu près rectangulaire. Les côtes principales, au nombre de cinq sur un tiers du dernier tour, traversent un premier tubercule au bord de l'ombilic, puis un deuxième au milieu des flancs; quelques-unes restent simples, la majorité se divise en deux branches, une ou deux côtes plus courtes s'intercalent entre les côtes principales sans dépasser en dedans le milieu des flancs. Presque toutes ces côtes vont se terminer au pourtour par un renflement formant une troisième rangée de tubercules et laissant ainsi sur la ligne siphonale une bande lisse très large.

Cette espèce paraît excessivement rare; je ne connais de Berrias que l'exemplaire de la collection de Malbos, figuré par Pictet, et un très petit échantillon de la collection du frère Euthyme. Pictet en a reconnu deux fragments du Berriasien des environs de Chambéry.

De ma collection.

Hoplites Malbosi Pictet sp.1867. — *Ammonites Malbosi* Pictet, Mél. pal., Berrias, p. 77, Pl. XIV, fig. 1. 2.

On trouve dans les calcaires bréchoïdes du Tithonique supérieur de Chomérac quelques fragments qui paraissent bien appartenir à cette espèce du Berriasien. Les tours sont plus arrondis, plus épais et moins hauts que ceux de l'*Hoplites Euthymi*; les côtes plus ou moins effacées sur la région siphonale sont assez régulières dans le jeune âge, tandis que dans l'adulte les côtes tuberculeuses sont plus saillantes et les côtes intermédiaires s'atténuent fortement à partir du milieu des flancs.

Du Tithonique supérieur de l'Andalousie.

Collection Gevrey et ma collection.

Hoplites Chaperi Pictet sp.

Pl. XVIII, fig. 8.

1868. — *Ammonites Chaperi* Pictet, Mél. pal., p. 242, Pl. XXXVII, fig. 1-3.

J'ai recueilli plusieurs bons fragments de cette espèce dans les calcaires bréchoïdes du Tithonique supérieur de Chomérac. Les tours sont plats et beaucoup plus hauts qu'épais, comme dans l'*Hoplites Euthymi*; mais les côtes droites jusqu'au deuxième tubercule sont ensuite assez infléchies en avant et se terminent sur le pourtour externe sans former une troisième rangée de tubercules. Les côtes tuberculeuses et les côtes intercalées paraissent plus nombreuses et moins fortes que dans l'*Hoplites Euthymi*. Dans l'âge adulte, les grandes côtes tuberculeuses s'atténuent entre les deux rangées de tubercules, qui restent seuls apparents. Quelques exemplaires ayant plusieurs tubercules médians effacés, me paraissent n'être qu'une simple variété de l'*Hoplites Chaperi*.

Du Tithonique supérieur d'Aizy, de la Drôme, des Basses-Alpes et de l'Andalousie.

De ma collection.

Hoplites Botellæ Kilian

Pl. XVIII, fig. 9 et 10.

1889. — *Hoplites Botellæ* Kilian, Mission d'Andalousie, p. 664, fig. 2.

Diamètre du plus grand exemplaire.....	52 ^m / _m
Largeur du dernier tour par rapport au diamètre.	0.42
Epaisseur	0.23
Diamètre de l'ombilic	0.32

J'ai examiné deux bons exemplaires de cette espèce, que l'on trouve également dans les calcaires bréchoïdes du Tithonique supérieur de Chomérac; ils sont tout à fait conformes à la description donnée par M. Kilian.

Très voisine de l'*Hoplites Chaperi*, cette espèce paraît s'en distinguer par ses côtes fasciculées, plus flexueuses, surtout dans le jeune âge, et par les tubercules du milieu des flancs, qui sont distribués d'une façon tout à fait irrégulière.

Les jeunes exemplaires d'*Hoplites Botellæ* ont beaucoup de rapports avec les jeunes *Hoplites progenitor*; comme dans cette dernière espèce, les côtes en faisceau naissent de petits tubercules faisant saillie au bord de l'ombilic et sont brusquement interrompues sur le pourtour externe, où elles se renflent légèrement de chaque côté d'une bande lisse médiane; mais dans l'*Hoplites*

progenitor, les côtes sont moins flexueuses et il n'y a aucune trace de la deuxième rangée de tubercules.

Du Tithonique supérieur de l'Andalousie.

Collection Gevrey, ma collection.

Hoplites Vasseuri Kilian

1889. — *Hoplites Vasseuri* Kilian, Mission d'Andalousie, p. 663, Pl. XXX, fig. 2.

Cette espèce, que j'ai recueillie dans les calcaires bréchoïdes de Chomérac, fait encore partie du groupe de l'*Hoplites Chaperi*; elle s'en distingue par une ornementation plus fine sur les flancs, par l'absence de la seconde rangée de tubercules, et enfin par un aplatissement beaucoup plus grand.

Du Tithonique supérieur d'Andalousie.

De ma collection.

Hoplites Macphersoni? Kilian

1889. — *Hoplites Macphersoni* Kilian, Mission d'Andalousie, p. 668, pl. XXXI, fig. 2.

Je désigne sous ce nom quelques fragments d'*Hoplites*, provenant des calcaires bréchoïdes de Chomérac, montrant une rangée de tubercules ombilicaux ainsi que quelques rares tubercules vers le milieu des flancs ou sur le pourtour externe.

Du Tithonique supérieur de l'Andalousie.

De ma collection.

Hoplites Andreæi Kilian.

1889. — *Hoplites Andreæi* Kilian, Mission d'Andalousie, p. 670, Pl. XXXII, fig. 1.

Je possède, des calcaires bréchoïdes de Chomérac, quelques bons fragments de cette espèce, présentant bien l'ornementation irrégulière signalée par M. Kilian; le sillon de la région siphonale est aussi très accentué; malgré ces différences, cette espèce pourrait bien n'être qu'une des nombreuses variétés de l'*Hoplites Malbosi*.

Du Tithonique supérieur de l'Andalousie.

De ma collection.

Hoplites Kællikeri Oppel sp.

Pl. XVIII, fig. 11.

1868. — *Ammonites Kællikeri* Zittel, Stramberg; p. 93, Pl. XVIII, fig. 1-2.

Les calcaires bréchoïdes de Chomérac renferment de petits échantillons de cette espèce; ils sont ornés de fortes côtes interrompues sur la région siphonale et de deux rangées de tubercules assez régulièrement disposés vers le milieu des flancs et sur le pourtour externe.

Du Tithonique supérieur de Stramberg, du Véronais et de l'Andalousie.

Collection Gevrey et ma collection.

Hoplites microcanthus Oppel sp.

Pl. XVIII, fig. 12.

1868. — *Ammonites microcanthus* Zittel, Stramberg, p. 93, Pl. XVII, fig. 1-5.

Je rapporte à cette espèce deux petits exemplaires pris dans les calcaires bréchoïdes de Chomérac ; voisins de l'*Hoplites Kællikeri*, ils ont des côtes un peu plus serrées, plus droites et moins tuberculeuses surtout sur le pourtour externe.

Du Tithonique supérieur de Stramberg, du Véronais, de Sisteron, de Lémenc, de l'Algérie et de l'Andalousie.

Du Tithonique inférieur du Tyrol.

Collection Gevrey, ma collection.

Peltoceras Cortazari Kilian.

1889. — *Peltoceras Cortazari* Kilian, Mission d'Andalousie, p. 674, Pl. XXXIII, fig. 1-3.

Je crois pouvoir attribuer à cette espèce quelques bons fragments recueillis dans les calcaires bréchoïdes de Chomérac ; les tours, un peu plus épais que larges, sont ornés de fortes côtes simples, bifurquées ou trifurquées vers le milieu des flancs, ces dernières portant un fort tubercule au point de division ; toutes ces côtes passent sur le pourtour externe sans interruption et en s'inclinant un peu en avant.

Du Tithonique supérieur de Stramberg et de l'Andalousie.

De ma collection.

Peltoceras Breveti ? Pomel.

1889. — *Ammonites Breveti* Pomel, Berriasien de l'Algérie.

Un petit fragment, malheureusement fort incomplet, provenant des calcaires bréchoïdes de Chomérac, se rapproche par ses ornements de l'espèce algérienne ; on distingue bien sur le pourtour externe de nombreuses côtes fortement infléchies en avant, tandis que les grosses côtes qui partent de l'ombilic sont droites et s'effacent complètement au milieu du tour, laissant ainsi entre elles et les côtes du pourtour une bande lisse bien apparente.

Du Berriasien de l'Algérie.

De ma collection.

Pleurotomaria. — Fragment de tour paraissant appartenir au
Pleurotomaria berriasensis Pictet (Mél. pal., Pl. XIV, fig. 1).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Pholadomya Malbosi Pictet (Mél. Pal. 1867, Pl. XIX, fig. 3).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Hæera cfr. *Lorioli* Bøhm (Stramberg, 1883, Pl. LIII, fig. 3).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey et ma collection.

Corbula Pichleri Zittel (Ælt. Tithon., 1870, Pl. XXXVI, fig. 8, p. 237

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Corbis Damesi? Boehm (Stramberg, 1883, Pl. LIV, fig. 4-4).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Isocardia Zitteli Boehm (Stramberg, 1883, Pl. LIV, fig. 8-10).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Modiola Lorioli? Zittel (Ælt. Tithon., 1870, Pl. XXXVI, fig. 10 et 11).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Aucellacarinata Parona sp.; (Kilian, Mission d'Andalousie, Pl. XXXIII,
fig. 5, p. 679).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey, ma collection.

Mytilus cfr. *Cuvieri* Math.; (Pictet Mél. pal., Pl. XL, fig. 2 et 3).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Pecten Astieri d'Orb. (Prodrome, t. II, p. 83).

Pecten Euthymi Pictet (Mél. pal., Pl. XXI, p. 96, 1867).

Brèches berriasiennes de Chomérac et calcaires de Berrias.

Ma collection.

Hinnites occitanicus Pictet (Mél. pal., Pl. XXII, p. 97, 1867).

Brèches berriasiennes de Chomérac, calcaires de Berrias.

Collection Gevrey.

Lima Marbodi Boehm (Stramberg, 1883, Pl. LXIX, fig. 10-12.)

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey.

Lima paradoxa Zittel (Ælt. Tithon. 1870, Pl. XXXVI, fig. 17-19).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey.

Placunopsis tatrica Zittel (Ælt. Tithon, 1870, Pl. XXXVI, fig. 24-25).

Brèches berriasiennes de Chomérac. Calcaires de Berrias, Chandolas, Vogué.

Collections Gevrey, du frère Euthyme, ma collection.

Placunopsis granifera Boehm (Stramberg, 1883, Pl. LXX, fig. 17).

Brèches berriasiennes de Chomérac, calcaires berriasiens de Vogué.

Collection Gevrey, ma collection.

Ostrea (Alectryonia) strambergensis Boehm (Stramberg, 1883, Pl. LXX, fig. 24-26).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey.

Ostrea (Alectryonia) rastellaris Müntz, var. *moravica* Boehm (Stramberg, 1883, Pl. LXX, fig. 27-30).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Ostrea (Exogyra) sp. nov., du groupe de l'*Ostrea Couloni*, mais moins anguleuse dans sa forme et dans ses stries d'accroissement.

Brèches berriasiennes et calcaires marneux de Chomérac.

Ma collection.

Pygope janitor Pictet sp. (Mél. pal., 1867, Pl. XXX, fig. 1-3). Tous les exemplaires recueillis ont leurs lobes soudés, aucun échantillon n'a ses lobes disjoints, comme ceux du Tithonique inférieur du Pouzin. Calcaires bréchoïdes de Chomérac, calcaires de Berrias, Chandolas et Vogué.

Collections Gevrey, du frère Euthyme, ma collection.

Pygope rupicola Zittel sp. (Ælt. Tithon., 1870, Pl. XXXVIII, fig. 1 et 2).

Calcaires de Berrias.

Ma collection.

Pygope diphyoides d'Orb sp. (Pictet, Mél. pal., 1867, Pl. XXIII, fig. 1-8).

Quelques exemplaires n'ont de canal médian que sur une partie du bourrelet et pourraient tout aussi bien être pris pour des *Pygope janitor*, ce qui me fait supposer que cette espèce peut n'être qu'une simple variété.

Calcaires berriasiens de Chomérac, Berrias, Chandolas, Vogué, Chadouiller.

Collections Gevrey, du frère Euthyme, ma collection.

Terebratula bisuffarcinata Schlotheim, in de Loriol (Mém. Soc. pal. Suisse, vol. V, p. 167, Pl. XXIII, fig. 6-7).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey, ma collection.

Terebratula Zieteni de Loriol (Mém. Soc. pal. Suisse, vol. V, p. 168, Pl. XXIII, fig. 8-12).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Terebratulina gratianopolitensis Pictet (Mél. pal., p. 269, Pl. XLI, fig. 4-7).

Brèches berriasiennes de Chomérac, calcaires de Berrias, Chandolas, Vogué.

Collections Gevrey, du frère Euthyme, ma collection.

Terebratula moravica Glocker (Suess, Stramberg, 1858, p. 29, Pl. II, fig. 4-6).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey, ma collection.

Terebratula Bauhini? Etallon in Douvillé (Bull. soc. sc. hist. et nat. de l'Yonne, 2^e sem. 1885, p. 76, Pl. I, fig. 7).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey.

Terebratula Bilimeki Suess (Stramberg, Pl. I, fig. 7-9).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey, ma collection.

Terebratula carpathica Zittel (Ælt. Tithon, Pl. XXXVIII, fig. 6-8).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey, ma collection.

Terebratula datensis E. Favre (Mém. Soc. pal. Suisse, vol. VI, p. 55, Pl. IV, fig. 11-13).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Terebratula farcinata Douvillé (Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne, 2^e sem. 1885, p. 84, Pl. III, fig. 4-5).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Terebratula Tychaviensis Suess (Stramberg, 1858, Pl. III, fig. 2-4).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey, ma collection.

Terebratula hippopus Rømer; (Pictet Mél. pal., 1867, Pl. XXVI, fig. 3).

Brèches berriasiennes de Chomérac, calcaires de Berrias.

Collection Gevrey, ma collection.

Glossothyris subcanalis Münster sp. = *Ter. subcanalis* Suess (Stramberg, 1858, p. 18, Pl. III, fig. 8-11) = *Ter. Euthymi* Pictet (Mél. pal., p. 268, Pl. XLI, fig. 3).

Brèches berriasiennes de Chomérac, calcaires de Berrias, Chandolas, Vogué, le Pouzin.

Collections Gevrey, du frère Euthyme, ma collection.

Dictyothyris sp. nov. = *Terebratula reticulata*? Schlotheim in Suess, (Brachiopoden, Stramberg, 1858, Pl. IV, fig. 1).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Depéret.

Terebratulina substriata Schlotheim sp. in Suess (Stramberg, 1858, p. 37, Pl. IV, fig. 3-6).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey, ma collection.

Waldheimia (Zeilleria) cataphracta Suess (Stramberg, 1858, p. 39, Pl. IV, fig. 9-10).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Waldheimia pinguicula Zittel (Ælt. Tithon. 1870, Pl. XXXVIII, fig. 10-14).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Waldheimia lugubris Suess (Stramberg, 1858, p. 40, Pl. IV, fig. 11-12).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Hynniphoria globularis Suess (Stramberg, 1858, p. 44, Pl. V, fig. 4-8),

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Megerlea pectunculoides? Schlotheim sp. in Pictet (Mél. pal., 1868, p. 271, Pl. XLI, fig. 10 et 11).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey.

Megerlea pectunculus Schlotheim.

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Rhynchonella lacunosa Schlotheim sp., var. *subsimilis* in Suess (Stramberg, 1858, p. 53, Pl. VI, fig. 5-7).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey, ma collection.

Rhynchonella sparsicosta Oppel, in Suess (Stramberg, 1858, p. 53, Pl. VI, fig. 11-12).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey, ma collection.

Rhynchonella Malbosi Pictet (Mél. pal. 1867, p. 111, Pl. XXVI, fig. 10).

Brèches berriasiennes de Chomérac Calcaires de Berrias, Chandolas, Vogué.

Collection Gevrey, ma collection.

Rhynchonella Hoheneggeri Suess, Stramberg. 1858, p. 56, Pl. VI, fig. 13-19).

Brèches berriasiennes de Chomérac. Calcaires de Berrias, Chandolas, Vogué.

Collections Gevrey, du frère Euthyme, ma collection.

Rhynchonella atropa Zittel (Ælt. Tithon., 1870, pl. XXXVIII, fig. 26-28).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Rhynchonella contracta d'Orb., in Pictet (Mél. pal., 1867, p. 110, Pl. XXVI, fig. 6 à 9).

Brèches berriasiennes et calcaires marneux de Chomérac, calcaires de Berrias, Chandolas, Vogué.

Collections Gevrey, du frère Euthyme, ma collection.

Rhynch. spoliata Suess (Stramberg, 1858, p. 51, Pl. VI, fig. 6), =

Rhynch. Boissieri Pictet (Mél. pal., 1867, p. 109, pl. XXVI, fig. 4).

Brèches berriasiennes de Chomérac, calcaires de Berrias, Chandolas, Vogué.

Collection Gevrey, ma collection.

Rhynch. tatica Zeuschner sp., exemplaires de petite taille, se rapportant bien à la description et aux figures d'E. Favre. (Alpes Fribourgeoises, 1879, p. 62, Pl. V, fig. 10-11).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Metaporhinus convexus (1) Catullo sp. in Cotteau (Echinides de Stramberg, 1884, p. 1, Pl. I, fig. 1-5).

(1) Je dois à l'obligeance de M. Cotteau la vérification ou la détermination de tous mes Echinides.

Brèches berriasiennes et calcaires marneux de Chomérac, calcaires de Berrias, Chadouillers, Chandolas, Vogué.
Collection Gevrey, ma collection.

Collyrites carinata Des Moulins, in Cotteau (Echinides de Stramberg, 1884, p. 3, Pl. I, fig. 6-9).
Brèches berriasiennes de Chomérac.
Collection Gevrey, ma collection.

Collyrites Malbosi de Loriol, 1867, in Pictet (Mél. pal., p. 114, Pl. XXVII, fig. 5), espèce très probablement identique à la précédente.
Brèches berriasiennes de Chomérac, calcaires de Berrias, Chandolas et Vogué.
Collection Gevrey, ma collection.

Pachyclypeus sp. Variété conique, très grande et très élevée du *Pachyclypeus semiglobus* Desor in Cotteau (Echinides de Stramberg, 1884, p. 4, Pl. I, fig. 10-12).
Brèches berriasiennes de Chomérac.
Ma collection.

Holactypus orificiatus Schlotheim, in Cotteau 1884. Echinides de Stramberg, p. 8, Pl. I, fig. 21 et 22).
Brèches berriasiennes de Chomérac.
Collection Gevrey, ma collection.

Cidaris sp. Jeune individu se rapprochant du *Cidaris propinqua* Münster, in Cotteau (Echinides de Stramberg, 1884, p. 17, Pl. III, fig. 19-23), mais en différant par ses tubercules plus petits, plus serrés, moins fortement mamelonnés, et par ses aires ambulacraires plus larges et plus droites.
Brèches berriasiennes de Chomérac.
Collection Gevrey.

Cidaris strambergensis Cotteau, 1884 (Echinides de Stramberg, p. 16, Pl. III, fig. 10-18).
Brèches berriasiennes de Chomérac.
Collection Gevrey.

Cidaris Sturi Cotteau, 1884 (Echinides de Stramberg, p. 20, Pl. IV, fig. 6-18).
Brèches berriasiennes de Chomérac.
Collection Gevrey, ma collection.

Cidaris subpunctata? Cotteau, 1884 (Echinides de Stramberg, p. 20, Pl. IV, fig. 3-5).
Brèches berriasiennes de Chomérac.
Collection Gevrey.

Cidaris sp. nov. Voisin du *Cidaris marginata* Goldfuss, in Cotteau 1884 (Echinides de Stramberg, p. 19, Pl. IV, fig. 1-2, mais s'en éloignant par ses scrobicules moins enfoncés et surtout par la structure de ses aires ambulacraires, qui sont garnies de deux rangées seulement de granules au lieu de quatre.

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Cidaris sp. nov. Radiole épais, allongé, peu renflé, garni sur toute la tige de granules inégaux, abondants et disséminés sans ordre. Colerette presque nulle ; bouton peu développé ; anneau distinct, mais à peine préminent.

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey.

Hemicidaris. Radioles très voisins des radioles de l'*Hemicidaris intermedia* Ag. in Cotteau (Pal. fr., Terr. jur., Echinides, pl. CCXC).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey.

Pseudocidaris. Radiole voisin de quelques variétés du *Pseudocidaris Rupellensis* Cotteau, s'en distinguant par ses granules plus irrégulièrement disposés et par sa forme plus régulièrement cylindrique.

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Pseudocidaris sp. nov. Radioles allongés, subfusiformes, obtus au sommet, garnis de rangées régulières de granules apparents seulement à la partie inférieure et près du sommet.

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey, ma collection.

Rhabdocidaris caprimontana Desor in Cotteau (Pal. franc., Terr. jurass., Echinides, Pl. CCXVIII, fig. 5-7).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey, ma collection.

Rhabdocidaris, fragment de radiole se rapprochant de certains radioles du *Rhabdocidaris nobilis* Münster sp.

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Pseudodiadema Langi Desor in Cotteau (Pal. fr., Terr. jur., Echinides, Pl. CCCXXXVIII, fig. 6-14).

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Pseudodiadema Stutzi de Loriol. Jeune exemplaire bien caractérisé, mais ayant les aires ambulacraires un peu plus étroites que dans le type.

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Glypticus, voisin du *Glypt. Lamberti* Cotteau (Pal. fr., Terr. Jur., Echinides, Pl. CCCXXI, fig. 1-12), remarquable par l'étroitesse des aires ambulacraires à la face supérieure.

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey.

Millecrinus. Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey, ma collection.

Millecrinus, très voisin du *Millecrinus Escheri*.

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Ma collection.

Balanocrinus subteres Münster sp.

Brèches berriasiennes de Chomérac.

Collection Gevrey.

Nombreux spongiaires.

TROISIÈME PARTIE

DISCUSSION DE LA FAUNE DU TITHONIQUE DE L'ARDÈCHE ET SA COMPARAISON AVEC LES FAUNES DU TITHONIQUE DES AUTRES RÉGIONS

Les deux tableaux suivants donnent la répartition des fossiles dans les divers gisements du Tithonique de l'Ardèche et font en même temps connaître les principaux gisements dans lesquels ces fossiles ont été trouvés dans les autres régions.

1^o Faune du Tithonique inférieur ou Diphyakalk.

	Le Pouzin	Tyrol méridional	Apeauin Central	Rogoznik	Andalousie	Mont. de Lure
<i>Belemnites semisulcatus</i> Münster	1	1	—	1	—	—
» <i>Conradi</i> Kilian	1	1	—	1	1	—
» <i>conophorus</i> Oppel	1	1	1	—	—	—
» <i>Gemmellaroï</i> Zittel	1	1	—	—	—	—
» <i>ensifer</i> Opp.	1	1	—	—	—	—
» <i>datensis</i> E. Favre	1	—	—	—	—	—
» <i>Pilleti</i> Pictet	1	—	—	—	—	—
<i>Lytoceras quadrisulcatum</i> d'Orb. sp.	1	1	1	1	1	1
» <i>sutile</i> Opp. sp.	1	1	1	1	1	1
<i>Phylloceras serum</i> Opp. sp.	1	1	1	1	—	—
» <i>Kochi</i> Opp. sp.	1	1	1	1	—	—
» <i>ptychoicum</i> Quenstedt sp.	1	1	1	1	1	1
<i>Rhacophyllites Loryi</i> Munier-Chalmas sp.	1	1	—	1	1	1
<i>Haploceras elimatum</i> Opp. sp.	1	1	—	1	1	—
» <i>Straszycii</i> Zeuschner sp.	1	1	1	1	1	—
» <i>carachtheis</i> Zeusch. sp.	1	1	1	1	1	—
» <i>carachtheis</i> var. <i>subtilior</i> Zittel	1	—	1	1	—	—
» <i>verruciferum</i> Meneghini sp.	1	1	1	1	—	—
» <i>rhinotomum</i> Zitt.	1	1	—	1	—	—
<i>Oppelia Fallauxi</i> Opp. sp.	1	—	1	1	—	—
» <i>Waageni</i> Zitt.	1	—	1	1	—	—
» sp.	1	—	—	1	—	—
<i>Aptychus punctatus</i> Voltz	1	1	1	1	1	1
» <i>Beyrichi</i> Opp.	1	1	1	1	1	—
» cf. <i>latus</i> Voltz	1	1	1	1	1	1
<i>Perisphinctes colubrinus</i> Reinecke sp.	1	1	1	1	1	1
» <i>Richteri</i> Opp. sp.	1	—	1	1	1	—
» <i>geron</i> Zitt. sp.	1	1	1	1	1	1
» <i>contiguus</i> Catullo sp.	1	1	1	1	1	—
» <i>Deeckeï</i> ? Kilian	1	—	—	—	—	1
» <i>rectefurcatus</i> Zitt	1	1	—	—	1	—
» <i>Basilicæ</i> E. Favre sp.	1	—	—	—	1	—
» <i>Chalmasi</i> Kilian	1	—	—	—	1	—
» <i>eudichotomus</i> Zitt.	1	1	1	—	1	—
» <i>Gevreyi</i> sp. nov.	1	—	—	—	—	—
» <i>Pouzinensis</i> sp. nov.	1	—	—	1	—	—
<i>Spinigera tatrica</i> Zitt.	1	—	—	—	—	—
<i>Pholadomya Malbosi</i> Pictet	1	—	—	—	—	—
<i>Inoceramus? strambergensis</i> Boehm	1	—	—	—	—	—
<i>Hinnites occitanicus</i> Pictet.	1	—	—	—	—	—
<i>Pygope janitor</i> Pictet sp.	1	—	—	1	1	—
» <i>Bouei</i> Zeuschner sp.	1	1	1	1	—	—
<i>Terebratula carpathica</i> Zitt.	1	—	—	1	—	—
<i>Rhynchonella Zeuschneri</i> Zitt.	1	—	—	1	—	—
» <i>capillata</i> Zitt.	1	—	—	1	—	—
<i>Collyrites Verneuili</i> Cotteau	1	1	—	1	—	—
	46	26	21	31	19	9

2° Faune du Tithonique supérieur ou Berriasien.

	CHOMÉRAC	LE POUZIN	VOGUÉ	CHANDOLAS	BERRIAS	CHADOUILLE	STRAMBERG	VÉRONAIS	LÉMENC-AIZY	ALPES DE FRIBOURG	MONT. DE LURE	ANDALOUSIE
<i>Belemnites semisulcatus</i> Münster.	1	—	—	—	—	—	1	—	1	1	1	—
» <i>Orbignyi</i> Duval-Jouve.	1	—	1	1	1	1	—	—	1	1	—	—
» » var. <i>suborbignyi</i> .	1	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
» » var. <i>Jouveti</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>conicus</i> Blainville.....	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1	—
» <i>latus</i> Blainv.....	1	—	1	1	1	1	1	—	1	—	1	1
» <i>ensifer</i> Oppel.....	1	—	—	—	1	—	1	—	1	1	—	—
» <i>tithonius</i> Opp.....	1	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	1
» <i>bipartitus</i> Blainv.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>Pilleti</i> Pictet.....	1	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—
» <i>Mayeri</i> Gilliéron.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Nautilus Geinitzi</i> Opp.....	—	—	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—
<i>Lytoceras quadrisulcatum</i> d'Orb. sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1
» <i>sutile</i> Opp. sp.....	1	—	—	—	1	1	1	—	1	1	1	1
» <i>Liebigi</i> Opp. sp.....	1	—	1	1	1	1	1	1	1	—	—	1
» <i>Honnorati</i> , d'Orb. sp. (<i>municipale</i> Opp. sp.)	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	1	1
<i>Phylloceras Tethys</i> d'Orb. sp.....	1	—	1	1	1	—	—	—	1	—	—	—
» <i>silestiacum</i> Opp. (Ber- riasense Pictet sp.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
» <i>ptychoicum</i> Quenstedt. sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
» » var. <i>inor-</i> <i>dinatum</i>	1	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Haploceras elimatum</i> Opp. sp....	1	1	1	1	1	1	1	—	1	—	1	1
» <i>tithonium</i> Opp. sp....	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
» <i>Grasi</i> d'Orb. sp.....	1	1	1	1	1	1	—	1	—	1	1	1
» <i>Wöhleri</i> Opp. sp.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
» <i>carachtheis</i> Zeusch. sp.	1	—	—	1	—	—	1	1	1	1	1	1
» <i>leiosoma</i> Opp. sp.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
» <i>cristifer</i> Zittel.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Oppelia zonaria</i> Opp. sp.....	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—
<i>Aptychus punctatus</i> Voltz.....	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	1	1
» <i>Beyrichi</i> Opp.....	1	1	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1
» <i>Seranonis</i> Coquand....	1	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—
<i>Holcostephanus narbonensis</i> Pictet sp.	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
» <i>pronus</i> Opp. sp....	1	—	1	1	1	—	1	1	1	1	1	1
» <i>Negrelli</i> Matheron sp..	1	—	1	1	1	—	—	1	—	—	1	1
à reporter....	32	8	16	17	23	12	22	10	18	14	14	16

	CHOMÉRAC	LE POUZIN	VOGUÉ	CHANDOLAS	BERRAS	CHADOULLERS	STRAMBERG	VÉRONAIS	LÉMENG-AIZY	ALPES DE FRIBOURG	MONT. DE LURE	ANDALOUSIE
Report ..	32	8	16	17	23	12	22	10	18	14	14	16
<i>Holcostephanus Grotei</i> Opp. sp...	1	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—	1
<i>Perisphinctes Richteri</i> Opp. sp....	1	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1
» <i>Lorioli</i> Zitt. sp....	1	—	1	1	—	—	1	—	—	1	—	1
» <i>sublorioli</i> Kilian...	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
» <i>Pouzinensis</i> sp. nov.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>eudichotomus</i> Zittel.	1	—	1	—	—	—	1	—	1	—	1	—
» <i>transitorius</i> Opp. sp.	1	—	1	—	1	—	1	—	1	1	1	1
» <i>senex</i> Opp. sp.....	1	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	1
<i>Hoplites privasensis</i> Pictet sp....	1	1	1	1	1	1	1	—	1	—	1	1
» <i>Calisto</i> d'Orb. sp.....	1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1
» » variété <i>subcalisto</i> .	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
» » var. <i>Berthei</i>	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
» » var. <i>Chomeracensis</i> .	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » var. <i>Oppeli</i>	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
» <i>delphinensis</i> Kilian.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
» <i>carpathicus</i> Zitt. sp....	1	—	1	—	—	—	1	1	—	1	—	1
» <i>Boissieri</i> Pictet sp.....	1	1	1	1	1	1	—	—	1	—	1	—
» <i>abscissus</i> Opp. sp.....	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—
» <i>progenitor</i> Opp. sp.....	1	—	—	—	—	—	1	1	—	1	—	1
» <i>occitanicus</i> Pict. sp....	1	—	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1
» <i>Dalmasi</i> Pict. sp.....	1	—	1	1	1	1	—	—	—	—	1	—
» <i>Euthymi</i> Pict. sp.....	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	1	—
» <i>Malbosi</i> Pict. sp.....	1	—	1	1	1	—	—	—	1	—	1	1
» <i>Chaperi</i> Pict. sp.....	1	—	1	1	1	1	—	—	1	—	1	1
» <i>Botella</i> Kilian.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
» <i>Vasseuri</i> Kilian.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
» <i>Macphersoni</i> Kilian.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
» <i>Andreæi</i> Kilian.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
» <i>Kœllikeri</i> Opp. sp.....	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1
» <i>microcanthus</i> Opp. sp...	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	1
<i>Peltoceras Cortazari</i> Kilian.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Ammonites Breveti</i> Pomel.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Natica</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pleurotomaria</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pholadomya Malbosi</i> Pict.....	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—
<i>Neæra</i> cf. <i>Lorioli</i> Neum.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Corbula Pichleri</i> Zitt.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1
<i>Cardita</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Corbis Damesi</i> ? Bœhm.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Isocardia Zitteli</i> Bœhm.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
à reporter....	72	13	29	29	36	18	40	18	29	22	27	39

	CHOMÉRAC	LE POUZIN	VOGÜÉ	CHANDOLAS	BERRIAS	CHADOULLERS	STRAMBERG	VÉRONAIS	LÉMENG-AIZY	ALPES DE FRIBOURG	MONT. DE LURE	ANDALOUSIE
Report....	72	13	29	29	36	18	40	18	29	22	27	39
<i>Opis</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Isoarca</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Arca</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Modiola Lorioli</i> ? Zitt.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Aucella carinata</i> Parona sp.....	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1
<i>Mytilus</i> cf. <i>Cuvieri</i> Math.....	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Pecten Astieri</i> d'Orb.....	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—
<i>Hinnites occitanicus</i> Pict.....	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lima Marbodi</i> Böhm.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
» <i>paradoxa</i> Zitt.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Placunopsis latrica</i> Zitt.....	1	—	1	1	1	—	1	—	1	—	—	—
» <i>granifera</i> Böhm.....	1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Anomia</i>	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Ostrea (Alectryonia) strambergensis</i> Böhm.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
» <i>rastellaris</i> Munst.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
var. <i>moravica</i> Böhm.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Ostrea (Exogyra)</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» ».....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pygope janitor</i> Pict. sp.....	1	—	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1
» <i>rupicola</i> Zitt. sp.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
» <i>diphyoides</i> d'Orb. sp.....	1	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Terebratula bisuffarcinata</i> Schloth.....	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
» <i>Zieteni</i> de Loriol.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>gratianopolitensis</i> Pict.	1	—	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—
» <i>moravica</i> Glocker.....	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
» <i>Bauhini</i> ? Etallon.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>Bilimeki</i> Suess.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
» <i>carpathica</i> Zitt.....	1	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—
» <i>bicanaliculata</i> Schloth.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>datensis</i> E. Fabre.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
» <i>farcinata</i> Douvillé.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>Tychaviensis</i> Suess.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
» <i>Euthymi</i> Pict. (<i>subcanalis</i>)	1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	—	—
» <i>hippopus</i> Römer.....	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dictyothyris</i> sp. nov.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Terebratulina substriata</i> Schloth. sp.	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1
<i>Waldheimia cataphracta</i> Suess...	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
» <i>pinguicula</i> Zittel.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
» <i>lugubris</i> Suess.....	1	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—
à reporter....	109	14	35	34	45	23	62	19	39	23	28	42

	CHOMÉRAC	LE POUZIN	Vogué	CHANDOLAS	BERRIAS	CHADOULLERS	STRAMBERG	VÉRONAIS	LÉMENC-AIZY	ALPES DE FRIBOURG	MONT. DE LURE	ANDALOUSIE
Report....	109	14	35	34	45	23	62	19	39	28	28	42
<i>Megerlea pectunculoides</i> ? Schloth.	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
» <i>pectunculus</i> Schloth....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hynniphoria globularis</i> Suess....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
<i>Rhynchonella lacunosa</i> Schloth.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>sp. var. subsimilis</i> .	1	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—
» <i>sparsicosta</i> Oppel..	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
» <i>Malbosi</i> Pict.....	1	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—
» <i>Hoheneggeri</i> Suess.	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1	—
» <i>atropha</i> Zitt.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>contracta</i> d'Orb...	1	—	1	1	1	1	—	—	—	1	1	—
» <i>spoliata</i> Suess. —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(<i>Boissieri</i> Pict.).	1	—	1	1	1	—	1	—	—	1	—	—
» <i>tatrica</i> Zeusch. sp.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Metaporhinus convexus</i> Catullo sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1
<i>Collyrites carinata</i> Des Moulins..	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
» <i>Malbosi</i> Pictet.....	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
<i>Pachyclypeus</i> sp. nov.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Holactypus orificiatus</i> Schloth....	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Cidaris propinqua</i> ? Münst.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
» <i>Strambergensis</i> Cott.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
» <i>Sturi</i> Cott.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
» <i>subpunctata</i> ? Cott.....	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
» sp. nov.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» sp. nov.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hemicidaris intermedia</i> Ag.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pseudocidaris</i> voisin du <i>Pseudocid.</i>												
<i>Rupellensis</i> Cott..	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» sp. nov.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rhabdocidaris caprimontana</i> Desor.	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
» <i>nobilis</i> ? Münst....	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Pseudodiadema Langi</i> Desor.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» <i>Stutzi</i> de Loriol..	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Glypticus</i> voisin du <i>Glypt.</i> Lam-												
<i>berti</i> Cott.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Millecrinus</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Craticularia</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sporadopyla</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tremadictyon</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cnemisendea globosa</i> , de From...	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
	145	15	38	38	51	26	74	20	47	35	28	34

Le tableau n° 1 montre que, sur les 46 espèces du gisement du Pouzin, 38 appartiennent à la faune bien connue du Tithonique inférieur ou Diphyakalk, soit 31 de Rogoznik, 26 du Tyrol méridional, 21 de l'Apennin central, 19 de l'Andalousie, et 9 de la montagne de Lure. Quatre espèces sont spéciales au Tithonique supérieur : *Belemnites Pilleti*, *Pholadomya Malbosi*, *Inoc. strambergensis*, *Hinnites occitanicus*. Deux espèces : *Belemnites datensis*, *Perisphinctes Basilicæ* se trouvent dans le Tithonique des Alpes de Fribourg. Les deux autres : *Perisph. Gevreyi*, *Perisph. Pouzinensis*, sont nouvelles.

Ces données permettent de conclure que les calcaires marneux du Pouzin représentent bien la zone inférieure du Tithonique ou Diphyakalk. La faune de cette zone se relie à celle des calcaires massifs ruiniformes par la présence d'espèces encore franchement jurassiques, comme : *Belemnites semisulcatus*, *Rhacophyllites Loryi*, *Haploceras Staszycii*, *Hapl. carachtheis*, *Perisph. colubrinus*, *Aptychus latus*, etc. D'autre part, il est incontestable que cette faune est intimement unie à celle du Tithonique supérieur par plusieurs espèces, comme : *Belemnites conophorus*, *Bel. ensifer*, *Bel. Pilleti*, *Lytoceras quadrisulcatum*, *Lyt. sutile*, *Phyll. serum*, *Phyll. ptychoicum*, *Hapl. elimatum*, *Perisph. Richteri*, *Aptychus Beyrichi*, etc.

Les espèces réellement caractéristiques de cet horizon sont : *Haploceras verruciferum*, *Oppelia Fallauxi*, *Perisph. geron*, *Perisph. contiguus*, *Perisph. rectifurcatus*, *Perisph. Chalmasi*.

Les *Aptychus punctatus* et *Aptychus Beyrichi* forment au-dessus de cette zone un lit particulier, servant de point de repère facile à reconnaître dans toute la région.

La grande brèche et les calcaires blancs sublithographiques qui viennent ensuite, renferment peu de fossiles et la dureté de la roche rend leur extraction bien difficile. Aussi la faune de cette zone est-elle encore peu connue. Cependant les quelques fragments que j'ai pu en extraire m'ont permis de reconnaître des formes plus récentes : *Hoplites Calisto*, *Hopl. privasensis*, *Metaporhinus convexus*, associées à quelques espèces du Tithonique inférieur, comme : *Bel. ensifer*, *Phyll. ptychoicum*, *Perisph. eudichotomus*, *Aptychus Beyrichi*, *Apt. punctatus*, *Pygope janitor*, etc.

J'ai déjà donné mon opinion sur l'âge de ces calcaires, qui relient le Tithonique inférieur au Tithonique supérieur. Il me suffira, pour constater leur importance stratigraphique, de rappeler que ces calcaires blancs se retrouvent presque partout au-dessus du Tithonique inférieur. J'appelle l'attention des géologues qui s'intéressent à la question du Tithonique sur cette nouvelle zone, dont l'étude

ne peut manquer d'apporter de nouveaux documents et faciliter ainsi la solution de cette question.

La faune du tableau n° 2 provient entièrement des calcaires marneux, supérieurs aux calcaires blancs sublithographiques. Sur les 148 espèces citées, 145 se trouvent à Chomérac, 51 à Berrias, 38 à Vogué, 38 à Chandolas, 26 à Chadouillers et 15 au Pouzin.

Le gisement de Chomérac est donc de beaucoup le plus riche et par conséquent le plus important pour l'étude de la faune de cette zone. En effet, parmi les 145 espèces, il y en a 107 du Tithonique supérieur, soit 74 de Stramberg, 47 de Lémenc et Aizy, 43 de l'Andalousie, 33 des Alpes Fribourgeoises, 28 de la montagne de Lure et 20 du Véronais. Le restant de la faune de Chomérac est formé par la faune proprement dite de Berrias, de sorte que l'ensemble de la faune de ce gisement est un mélange complet des deux faunes du Tithonique supérieur et du Berriasien.

J'ai déjà démontré par des coupes que les calcaires de Berrias occupent le même niveau que les calcaires de Chomérac, dont ils ne sont, d'ailleurs, que le prolongement au sud de l'Ardèche. Le mélange, à Chomérac, des deux faunes de Stramberg et de Berrias, est donc une preuve évidente de l'équivalence de ces deux zones.

Ce mélange a été vérifié sur place par plusieurs géologues compétents et particulièrement par MM. Kilian et Depéret, qui ont en même temps reconnu l'exactitude de mes coupes. Il me semble que ce contrôle devrait suffire et le fait devrait être considéré comme acquis définitivement. Mais M. Kilian ne peut se résoudre à adopter mes conclusions parce que, dans les Alpes, le Tithonique supérieur serait distinct du Berriasien. Je ne puis pour le moment me baser sur aucune donnée, pour discuter l'objection de mon savant confrère, j'attendrai donc la publication des documents qui sont annoncés. Cependant, si les faits invoqués dans les Alpes sont vrais, il faut bien aussi admettre que les renseignements que M. Kilian nous a donnés sur le Tithonique des autres régions sont tout aussi justes. En Andalousie particulièrement, le Tithonique supérieur se confondrait avec le Berriasien et serait recouvert directement par les marnes à petites ammonites pyriteuses du Valenginien. Le Tithonique supérieur de Cabra aurait même beaucoup de rapports avec le Tithonique supérieur de Chomérac ; parmi les 43 espèces reconnues communes aux deux gisements, il y a lieu de signaler plusieurs espèces nouvellement décrites par M. Kilian, comme : *Perisphinctes sublorioli*, *Hoptites Oppeli*, *Hoplites delphinensis*, *Hopl. Botellæ*, *Hopl. Vasseurî*, *Hopl. Macphersoni*, *Hopl. Andreæi*, *Peltoceras Cortazari*.

Le même fait aurait été constaté à Rovere di Velo, dans le Haut-Véronais, par M. Haug.

Enfin dans les Alpes Fribourgeoises, d'après M. Gilliéron, les calcaires berriasiens de Monsalvens renfermeraient des brèches analogues à celles de Chomérac avec mélange de fossiles tithoniques et berriasiens et ces calcaires reposeraient sur le Tithonique inférieur.

Ces faits prouvent bien que la succession observée dans l'Ardèche n'est pas spéciale à la région, puisqu'elle s'étend en Espagne et même dans le massif alpin, non loin des gisements invoqués par M. Kilian. Dans tous les cas, quelque soit le résultat des nouvelles observations de M. Kilian, il n'en reste pas moins acquis que, dans l'Ardèche, le Berriasien typique se confond avec le Tithonique supérieur et, pas plus à Berrias qu'à Chomérac, il n'est possible de diviser cette assise de façon à y distinguer ces deux zones superposées.

A Chomérac et à Vogué, la faune atteint son maximum de développement dans des brèches purement accidentelles, intercalées dans les calcaires marneux; en dehors de ces brèches, les fossiles sont rares et généralement écrasés, mais néanmoins la faune conserve toujours ses mêmes caractères et jusque dans les bancs les plus élevés on reconnaît le mélange des espèces de Stramberg et de Berrias.

A Berrias et à Chandolas, où les brèches sont réduites à de petits lits rognonneux, les fossiles ne forment pas de dépôts particuliers et sont uniformément répandus dans l'assise depuis la base jusqu'au sommet. Aussi la faune de Berrias est-elle moins riche que celle de Chomérac. Cependant, malgré sa pauvreté, elle renferme encore assez d'espèces du Tithonique supérieur pour qu'il soit possible de reconnaître le mélange des deux faunes. D'ailleurs la faune de Berrias a besoin d'être revue soigneusement; je suis certain qu'une étude détaillée de cette faune permettrait de constater de plus grands rapports avec la faune de Stramberg. Toutefois on peut, dès aujourd'hui, certifier que, sur une cinquantaine d'espèces, la faune de Berrias comprend au moins les deux tiers d'espèces du Tithonique supérieur (1).

(1) Il est intéressant de rappeler à ce sujet l'opinion de Pictet sur la faune de Berrias. Le savant professeur de Genève a déclaré lui-même, (*Mél. pal.* 3^e livre, p. 189 renvoi n° 3), que la faune de Berrias présentait avec celle de Stramberg des ressemblances singulières, qui tantôt, il est vrai, ne dépassent pas de simples analogies (Nautilus), mais tantôt paraissent être de vraies identités comme dans plusieurs Ammonites et Brachiopodes.

D'autre part, M. Hébert (*Bull. Soc. géol.*, t. XI, 3^e série, p. 406) avait reconnu que plus on étudiait comparativement le calcaire de Berrias et le calcaire de Stramberg, plus il devenait difficile de les séparer. Il les considérait comme représentant, dans leur ensemble, l'étage wealdien du Nord.

Quant à la question de savoir où doit se placer la séparation entre le Jurassique et le Crétacé, il suffit de jeter un coup d'œil sur la faune du Tithonique supérieur de l'Ardèche pour constater le caractère essentiellement jurassique des Brachiopodes et des Echinides. Seules les Ammonites présentent un peu plus d'affinités avec le Crétacé, mais il ne faut pas oublier que, si le groupe des *Hoplites* semble rapprocher le Tithonique supérieur du Crétacé, les groupes des *Haploceras* et des *Perisphinctes* le relie intimement au Jurassique.

Ces considérations m'ont fait classer tout le Tithonique dans le Jurassique, de sorte que le Crétacé ne doit commencer dans l'Ardèche qu'avec les marnes et calcaires feuilletés à *Rhynchonella contracta*, *Belemnites latus* et grands *Hoplites neocomiensis*, base du Valenginien à petites ammonites pyriteuses.

Le tableau ci-joint résume la composition du Tithonique de l'Ardèche et permet en même temps de comparer mes coupes avec celles des autres régions.

On voit que partout le Tithonique se trouve compris entre les marnes valenginiennes et les calcaires massifs ruiniformes du Kimméridgien supérieur.

La composition de ses couches est toujours sensiblement la même : à la base, une assise de calcaires plus ou moins marneux et bréchoïdes renfermant la faune du Diphyakalk du Tyrol méridional et du Klippenkalk de Rogoznik; au milieu, des calcaires blancs sublithographiques formant un horizon constant, facile à reconnaître, généralement peu fossilifère, mais cependant suffisamment bien caractérisé par la présence de quelques formes nouvelles : *Hoplites Calisto*, *Hopl. privasensis*, *Holcostephanus pronus*, *Metaporhinus convexus*, commencement d'une nouvelle faune qui va atteindre son maximum de développement dans l'assise suivante; à la partie supérieure une assise de bancs calcaires et de lits marneux avec intercalations de bancs bréchoïdes ou rognonneux, caractérisés par le mélange des faunes de Stramberg et de Berrias.

Afin de ne pas surcharger ce tableau, je n'ai pas affecté de case au Jurassique supérieur du bassin anglo-parisien; je me suis contenté de classer le Purbeckien du Jura au même niveau que le Tithonique supérieur, me basant pour cela sur la découverte, faite par M. Maillard de quelques *Perisphinctes* dans le Purbeckien de la cluse de Chaille, d'autant plus que les caractères particuliers des échantillons, étudiés et signalés par M. Douvillé, me paraissent bien se

rapporter à certaines variétés du *Perisphinctes Lorioli*, que l'on trouve en abondance dans les couches berriasiennes de l'Ardèche.

J'ai déjà donné, dans une note (1) précédente, les motifs qui m'ont engagé à séparer du Tithonique inférieur les calcaires massifs qui renferment, avec la faune des calcaires lithographiques de Solenhofen, quelques espèces tithoniques et une grande partie de la faune de la zone à *Aspidoceras acanthicum*; je crois devoir rappeler à ce sujet qu'à Volano et à Roveredo les espèces de Solenhofen sont très rares dans les couches à *Perisphinctes contiguous* et qu'elles se rencontrent particulièrement à la base du Diphyakalk dans une assise analogue de calcaires massifs, mouchetés, contenant également un mélange des céphalopodes de Solenhofen et de la zone à *Aspidoceras acanthicum*.

Les auteurs, comme Neumayr, Benecke, etc., qui placent la zone de Solenhofen au niveau du Diphyakalk, ont sans doute négligé cette assise inférieure de calcaires massifs, signalée par M. Zittel et dont l'importance stratigraphique ne peut être méconnue, puisqu'elle se retrouve partout à la base du Tithonique.

Je crois donc, conformément à l'opinion de M. Zittel, Mœsch, Kilian, Choffat et Hollande, que les couches de Solenhofen, Cirin (Plattenkalk), et les calcaires massifs, qui les remplacent dans les autres régions, doivent être détachés du Tithonique, classés à la partie supérieure du Kimméridgien et par conséquent représenter le Virgulien.

Mes coupes si complètes et si claires de l'Ardèche auront ainsi contribué à débrouiller cette question du Tithonique tant au point de vue de la composition de ses couches qu'au point de vue de ses rapports avec les premières assises crétacées.

EXPLICATION DES PLANCHES

PL. XIII

- Fig. 1 — *Lytoceras sutile* Oppel sp. du Pouzin. Ma collection.
 — 2a, 2b — *Phylloceras serum* Oppel sp. du Pouzin. Collection Gevrey.
 — 3 — *Phylloceras pychoicum* Quenstedt sp. du Pouzin. Ma collection.
 — 4 — *Haploceras elimatum* Oppel sp. du Pouzin. Ma collection.
 — 5a, 5b — *Haploceras carachtheis* Zeuschner sp. du Pouzin. Ma collection.

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, t. XVII, p. 732.

- 6a, 6b — *Haploceras carachtheis* var. *subtilior* Zittel, du Pouzin. Ma collection.
- 7 — *Haploceras verruciferum* Meneghini sp. du Pouzin. Collection Gevrey.
- 8a, 8b — *Oppelia Fallauxi* Oppel sp. du Pouzin. Ma collection.

Pl. XIV.

- Fig. 1a, 1b — *Perisphinctes colubrinus* Reinecke sp. du Pouzin. Ma collection.
- 2a, 2b — *Perisphinctes Richteri* Oppel sp. du Pouzin. Ma collection.
 - 3 — *Perisphinctes geron* Zittel., du Pouzin. Ma collection.
 - 4 — *Perisphinctes contiguus* Catullo sp., du Pouzin. Ma collection.
 - 5a, 5b — *Perisphinctes Gevreyi* Toucas., du Pouzin. Ma collection.
 - 6a, 6b — *Perisphinctes Pouzinensis* Toucas., du Pouzin. Ma collection.
 - 7a, 7b — *Pholadomya Malbosi* Pictet, du Pouzin. Collection Gevrey.
 - 8a, 8b — *Pygope janitor* Pictet sp., du Pouzin. Ma collection.
 - 9a, 9b — *Pygope Bouei* Zeuschner sp., du Pouzin. Collection Gevrey.
 - 10 — *Collyrites Verneuli* Cotteau., du Pouzin. Collection Gevrey.

Pl. XV.

- Fig. 1a, 1b, 1c — *Belemnites Orbignyi*, Duval-Jouve. de Chomérac. Collection Gevrey.
- 2a, 2b — *Belemnites Orbignyi*, variété *suborbignyi*, n. v. de Chomérac. Collection Gevrey.
 - 3a, 3b — *Belemnites Orbignyi*, variété *Jouvei*, n. v. de Chomérac. Ma collection.
 - 4a, 4b — *Phylloceras ptychoicum* Quenstedt sp. de Chomérac. Ma collection.
 - 5a, 5b, 6 — *Phylloceras ptychoicum*, variété *inordinatum*. de Chomérac. Ma collection.
 - 7a, 7b — *Haploceras carachtheis* Zeuschner sp. de Chomérac. Collection Gevrey.
 - 8a, 8b — *Haploceras carachtheis* Zeusch sp. jeune exemplaire de Chomérac. Ma collection.
 - 9a, 9b, 10a, 10b, 11a, 11b. — *Haploceras leiosoma* Oppel sp. les trois exemplaires de Chomérac. Ma collection.
 - 12a, 12b, 13a, 13b — *Haploceras cristifer* Zittel sp. les deux exemplaires de Chomérac. Ma collection.
 - 14a, 14b, 15a, 15b, 16a, 16b — *Holcostephanus pronus* Oppel sp. les trois exemplaires de Chomérac. Ma collection.

- 17a, 17b — *Holcostephanus Negreli* Matheron sp. de Chomérac. Ma collection.
- 18a, 18b — *Holcostephanus Negreli* Math. sp. jeune exemplaire de Chomérac. Collection Gevrey.

Pl. XVI

- Fig. 1 — *Perisphinctes Richteri* Oppel sp. de Chomérac. Ma collection.
- 2a, 2b — *Perisphinctes Lorioli* Zittel sp. de Chomérac. Ma collection.
 - 3a, 3b — *Perisphinctes Pouzinensis*, nov. sp. de Chomérac. Collection Gevrey.
 - 4a, 4b — *Perisphinctes eudichotomus* Zittel sp. de Chomérac. Collection Gevrey.
 - 5a, 5b, 6a, 6b, 6c — *Perisphinctes transitorius* Oppel sp. les deux exemplaires de Chomérac. Collection Gevrey.
 - 7a, 7b, 8a, 8b. — *Perisphinctes senex* Oppel sp. les deux exemplaires de Chomérac. Ma collection.

Pl. XVII.

- Fig. 1a, 1b — *Hoplites Privasensis* Pictet sp. de Chomérac, Collection Gevrey.
- 2a, 2b — *Hoplites Privasensis* Pictet sp. jeune exemplaire de Chomérac. Ma collection.
 - 3a, 3b — *Hoplites Calisto* d'Orbigny sp. de Chomérac. Ma collection.
 - 4a, 4b — *Hoplites Calisto*, var. *subcalisto* n. v. de Chomérac. Collection Gevrey.
 - 5a, 5b — *Hoplites Calisto*, var. *subcalisto*, n. v. de Chomérac. Ma collection.
 - 6, 7a, 7b — *Hoplites Calisto*, var. *Berthei*, n. v. les deux exemplaires de Chomérac. Ma collection.
 - 8a, 8b, 9 — *Hoplites Calisto*, var. *Chomeracensis*, n. v. deux exemplaires de Chomérac. Ma collection.
 - 10a, 10b — *Hoplites Carpathicus* Zittel sp. de Chomérac. Ma collection.
 - 11 — *Hoplites Carpathicus* Zittel sp. variété à côtes plus fines, de Chomérac. Ma collection.

Pl. XVIII.

- Fig. 1a, 1b — *Hoplites Boissieri* Pictet sp. de Chomérac. Collection Gevrey.
- 2 — *Hoplites abscissus* Oppel sp. de Chandolas. Ma collection.

- 3a, 3b — *Hoplites progenitor* Oppel sp. de Chomérac. Collection Gevrey.
- 4 — *Hoplites progenitor* Oppel sp. de Chomérac. Ma collection.
- 5a, 5b — *Hoplites occitanicus* Pictet sp. de Chomérac. Ma collection.
- 6a, 6b — *Hoplites Dalmasi* Pictet sp. de Chomérac. Collection Gevrey.
- 7 — *Hoplites Euthyni* Pictet sp. de Chomérac. Ma collection.
- 8 — *Hoplites Chaperi* Pictet sp. de Chomérac. Ma collection.
- 9a, 9b — *Hoplites Botellæ* Kilian. de Chomérac. Ma collection.
- 10a, 10b — *Hoplites Botellæ* Kilian. de Chomérac. Collection Gevrey.
- 11a, 11b — *Hoplites Kællikeri* Oppel sp. de Chomérac. Collection Gevrey.
- 12a, 12b — *Hoplites microcanthus* Oppel sp. de Chomérac. Collection Gevrey.

M. MUNIER-CHALMAS pense que les conclusions de l'important travail de M. Toucas, relatives à l'âge des couches de Berrias, seront adoptées très probablement par la majorité des géologues, car elles viennent confirmer les conclusions qui peuvent être déduites de l'étude du massif corallien de l'Échaillon. Les couches de Berrias appartiennent au système jurassique, puisqu'elles correspondent, d'une part, au récif corallien à *Terebratula moravica*, de l'autre, au faciès purbeckien. Il pense, contrairement à l'opinion de son confrère, M. Toucas, que le nom de *Tithonique* ne peut servir à désigner un étage; il doit être au contraire, selon lui, réservé au faciès particulier à *Céphalopodes* et à *Pygope* qui, dans les Alpes, paraît commencer avec le *Kimméridgien supérieur* pour se terminer avec le *Purbeckien*.

Dans les localités des Alpes que M. Munier-Chalmas a eu l'occasion d'étudier (lac de Garde, Sette Comuni, etc.), la *Pygope diphyæ* commence directement au-dessus des couches supérieures à *Oppelia compsa* et *Phylloceras Loryi*.

Ces assises à *Pygope diphyæ* renferment encore à leur base des Céphalopodes des couches inférieures (*Oppelia compsa*, etc.) et de nombreuses formes d'Ammonites qui font pour la première fois leur apparition (*Waagenia hybonota*, etc., etc.)

La *Pygope diphyæ* se poursuit jusque dans les assises de Roverè di Velo qui, par la prédominance de certaines formes, correspondent pour M. Munier-Chalmas, au niveau de Berrias; la zone de Stramberg proprement dite étant d'après lui un peu inférieure à celle de Roverè di Velo.

M. HAUG croit devoir faire des réserves au sujet de la classification des calcaires lithographiques de Solenhofen, que M. Toucas range dans le Kimméridgien supérieur. Les travaux de Benecke, d'Oppel, de Waagen et de Neumayr ont démontré depuis longtemps leur parallélisme avec le Tithonique inférieur, avec le « Diphya-Kalk » du Tyrol méridional. Ces derniers dépôts renferment un certain nombre d'ammonites, telles que *Waagenia hybonota* Opp., *Oppelia lithographica* Opp., *Haploceras Staszyczii* Zeuschn., *H. elimatum* Opp., qui ont été retrouvées également dans les calcaires lithographiques de Franconie. Le nom de zone à *Oppelia lithographica* a été appliqué pour désigner le niveau paléontologique occupé par cette dernière formation et par le « Diphya-Kalk », il est synonyme de « Tithonique inférieur ». Tout récemment encore Neumayr (Erdgeschichte II, p. 319) a rangé dans un tableau du Jurassique supérieur les couches de Solenhofen et le calcaire à *Diceras* de Kelheim dans ce même niveau.

Quant aux équivalents du Kimméridgien supérieur, ils nous sont fournis dans l'Allemagne méridionale et dans le bassin méditerranéen par la zone à *Reineckia Eudoxus*, *R. pseudomutabilis* et *Waagenia Beckeri* (« Weisser δ » Quenstedt), qui constitue un niveau immédiatement inférieur à la zone à *Oppelia lithographica*, mais à faune distincte. Elle correspond exactement au Virgulien du bassin anglo-parisien, c'est-à-dire à la zone la plus élevée du Kimméridgien tel que le comprend la grande majorité des géologues.

M. Flot présente un mémoire sur un oiseau (Merle) trouvé dans le gypse des environs de Paris. Ce travail est destiné aux Mémoires de Paléontologie.

M. G. Ramond, en offrant à la Société une brochure intitulée : *Le Chemin de fer des Moulineaux*, qu'il vient de publier en collaboration avec M. G. Dollfus, s'exprime ainsi :

La ligne des Moulineaux nous a fourni :

Une nouvelle coupe au Bas-Meudon. (*Craie supérieure*. — *Calcaire pisolithique*. — *Marnes blanches*. — Pas de conglomérat).

Des dépôts diluviens ou de remaniement entre le Bas-Meudon et St-Cloud.

L'Argile plastique avec bloc de Calcaire grossier à St-Cloud (Formation remaniée).

Des *Limons argileux* au parc de Béarn.

Le *Calcaire pisolitique* (affleurement non encore signalé) — les *Marnes blanches* — l'*Argile plastique* avec sables subordonnés — le *Calcaire grossier* (C. à *Cerithium lapidum*) — des *limons* épais — des *sables diluviens* (avec coquilles fluviatiles) entre le chemin des Milons et le ravin des Veaux-d'Or.

Les *Sables moyens* — le *Calcaire de St-Ouen* à la station de Suresnes-Longchamp.

Dans le Tunnel, et entre la sortie du Tunnel et le raccordement avec la ligne de Versailles R. D. : Le *calcaire grossier supérieur* — des marnes blanches et calcaires remaniés (horizon incertain).

A la gare des marchandises (Suresnes-Puteaux) : les *Sables moyens* — le *Calcaire grossier supérieur*.

Le repérage des plans de contact des divers horizons géologiques nous a démontré le plongement régulier des couches du sud au nord.

La comparaison entre les tranchées observées sur la ligne des Moulineaux et sur celle de Versailles R. D., de Saint-Cloud à Puteaux, nous a permis de constater que les formations suivantes :

Calcaire de Saint-Ouen,

Sables moyens,

Calcaire grossier,

Argile plastique,

se rencontrent à deux niveaux différents ; la dénivellation est de 30^m environ. Ce fait, assez inattendu, pourrait s'expliquer par l'existence d'une faille, ou d'un système de failles, ayant la direction générale du cours de la Seine entre les points considérés. Les strates auraient joué le long de ce plan de fracture et les assises se seraient abaissées à l'est, tandis qu'elles conservaient, à l'ouest, leur situation normale.

Cette observation est confirmée par l'étude des couches rencontrées dans un sondage de 67 m. de profondeur, exécuté à Fouilleuse (C. de Rueil, S. et O.). Les cotes d'altitude des contacts des formations dans ce puits concordent approximativement avec celles relevées sur la ligne supérieure (Versailles, R. D.) et dans les carrières et tranchées avoisinantes.

Ces faits démontrent, une fois de plus, que ce n'est pas dans les vallées, à flanc de côteau, qu'il faut repérer les cotes de contact des formations géologiques lorsque l'on veut faire l'étude détaillée de la stratigraphie des régions dont le relief est dû à des phénomènes d'érosion.

Le secrétaire dépose sur le bureau les notes suivantes :

**Découverte de fossiles du Miocène supérieur
dans les sables rouges de la forêt du Gâvre (Loire-Inférieure)**

par M. L. Davy.

Les géologues qui ont étudié le sol de la Bretagne ont fort peu parlé des sables, graviers, argiles et cailloux roulés, que l'on y rencontre à chaque pas et qui occupent une très grande surface dans les départements du Maine-et-Loire et de la Loire-Inférieure.

En 1827, Le Puillon de Boblaye, dans son *Essai sur la configuration et constitution géologique de la Bretagne*, attribue au diluvium tout ce qui lui semble se trouver au-dessus des calcaires coquilliers tertiaires.

En 1844 (*Explication de la carte géologique des Côtes-du-Nord et du Finistère*), de Fourcy assimile aux sables de la Sologne les sables et cailloux roulés qu'il a rencontrés dans ces départements.

Cacarié (*Description géologique du Maine-et-Loire, 1845*), se contente de dire que les sables et graviers sont plus récents que les faluns. — Il semble les placer au sommet des terrains tertiaires.

Caillaud, dans la légende de la *carte géologique de la Loire-Inférieure, 1861*, désigne par la lettre C les argiles, sables et graviers anciens et modernes, et les place, sans distinction, à la partie supérieure de l'étage Miocène.

En 1875, MM. Le Goarant de Tromelin et Lebesconte, dans une communication faite à Nantes à l'*Association française pour l'avancement des sciences*, annoncent qu'ils ont trouvé dans les grès de Montbert des fossiles végétaux qui peuvent être de l'âge miopliocène, bien qu'aucune de ces empreintes n'ait pu être spécifiquement déterminée.

Dans son ouvrage sur *les terrains tertiaires de la France occidentale (1881)*, M. Gaston Vasseur a si bien étudié toutes les couches de cette période que pendant fort longtemps on ne pourra ajouter que fort peu à ce qu'il a dit. Il a fait la description d'un grand nombre de petits bassins appartenant aux âges éocènes et miocènes, a mis chaque couche à sa vraie place géologique et en a énuméré les fossiles. Mais lorsqu'il arrive aux couches arénacées les plus élevées, il est très bref, parce que ce terrain, bien que très répandu, n'offre que de très rares fossiles, que sa stratification est confuse et que la

multiplicité même de ses gisements en rend l'étude détaillée très longue et difficile.

Il dit page 381 :

« Cette formation se compose de sables rouges plus ou moins grossiers et d'argile mélangée de graviers.

» Comme elle est entièrement dépourvue de fossiles, on n'a pu en déterminer l'âge d'une manière précise, d'autant plus qu'aucune donnée stratigraphique n'est encore venue, sur ce point, en aide aux observateurs.

» Depuis longtemps on a bien constaté que ce terrain est supérieur à tous les autres sédiments de cette région, y compris les faluns, mais y avait-il quelque raison de le placer de préférence dans la série tertiaire ou dans le diluvium, enfin n'a-t-on pas considéré, comme faisant partie d'une seule et même formation, deux dépôts distincts, l'un tertiaire et l'autre quaternaire ?

» Tel est le problème complexe et délicat qu'il importait de résoudre.

» Nous ne prétendons pas en présenter ici la solution définitive, mais nous allons montrer que le cercle des assimilations possibles se trouve notablement restreint, par suite de quelques observations récentes. »

Ces observations récentes sont la découverte de fossiles dans le Morbihan, à Saint-Jean-la-Poterie, près Redon et près de St-Gildas-des-Bois (Loire-Inférieure).

Dans le premier de ces points on a trouvé : *Nassa prismatica*, *Nassa mutabilis*, *Ostrea edulis*, *Terebratula variabilis* Sow. ou *perforata* Deir. et des valves de *balanes* dans une couche d'argile recouverte d'épais dépôts de sables rouges analogues à ceux que l'on retrouve partout.

Dans le second et aussi dans l'argile, M. Vasseur a recueilli : *Nassa prismatica*, *Ostrea edulis*, *Terebratula variabilis* ou *perforata* ; l'existence du sable rouge à proximité de cette argile et certainement à un niveau plus élevé, complète la ressemblance entre le gisement de Saint-Gildas-des-Bois et celui de Saint-Jean-la-Poterie.

De ces faits M. Vasseur conclut : « Nous croyons pouvoir rapporter au Pliocène la majeure partie des dépôts arénacés qui recouvrent jusqu'à une altitude considérable et sur de très grands espaces les départements de la Loire-Inférieure, de l'Ille-et-Vilaine et des Côtes-du-Nord. »

Dans ses *Notes géologiques sur le département de la Mayenne, 1882*, M. Oehlert attribue à l'Eocène moyen les amas de sables et d'argiles

de ce département. Leur description sommaire répond, en tous points, à celle des dépôts superficiels de la Loire-Inférieure, du Maine-et-Loire, etc. — Ici comme là ce sont des sables le plus souvent rouges, meubles ou agglutinés par un ciment ferrugineux et reposant ordinairement sur des couches d'argile.

Dans ce même ouvrage, M. Oehlert (pages 54 et 55) fait observer que les coquilles de *Cardium* observées par Blavier (*Essai statistique minéralogique et géologique du département de la Mayenne 1837*) dans des sables agglomérés qu'il croyait tertiaires, ne sont réellement que des *Orthis* devoniens.

Enfin, M. Danton a présenté, en 1889, à l'Association Française pour l'avancement des sciences, une note dans laquelle il dit que : Les sables ferrugineux tertiaires de l'Ouest de la France, jusqu'ici considérés comme non fossilifères, lui ont fourni, route de Candé à la Potherie (Maine-et-Loire), à la descente du moulin Dauphin, aux environs des bornes 27 et 28, à la base de ces sables qui reposent sur les schistes siluriens, des *Pecten*, *Cardium*, etc., empâtés dans les graviers très-ferrugineux de la base du talus qui a, en ce point, environ trois mètres de hauteur.

M. Danton ne conclut rien sur l'âge du dépôt.

Voilà le résumé très abrégé des opinions émises jusqu'à ce jour sur l'âge des sédiments qui m'occupent. On voit combien ces opinions sont diverses.

Le hasard vient de me faire trouver une petite couche fossilifère au milieu des sables rouges. L'histoire de ma découverte et les conclusions que l'on peut en tirer feront l'objet de cette note.

Tout le sol de la forêt domaniale du Gâvre et de ses environs dans les communes de Blain, Le Gâvre, Vay, Plessé et sur une étendue de plus de 100 kilomètres carrés, est sensiblement horizontal. En beaucoup d'endroits on observe, sous la terre noire, argileuse et tourbeuse qui constitue le sol végétal, une couche de 0^m10 à 0^m40 d'épaisseur formée de cailloux roulés agglutinés par de l'oxyde de fer; c'est un véritable *alios* que l'on nomme *renard* dans le pays. — Au-dessous, ce sont des argiles, des sables rouges, des bancs puissants de cailloux roulés: toutes ces roches sont horizontales.

Jusqu'ici on n'y avait pas rencontré de fossiles.

L'existence dans la forêt de monceaux considérables de scories de forges à bras et quelques indices d'anciens travaux m'ont engagé à entreprendre, pendant l'été de 1889, des recherches de minerai de fer, là où quelques traces de mouvements du terrain me faisaient supposer l'emplacement d'une ancienne minière.

J'ai fait pratiquer dans la forêt 21 excavations disséminées sur un espace de 700 mètres de long sur 500 mètres de largeur; presque partout, sous la terre végétale, j'ai traversé le sable rouge sur une épaisseur variant entre 0^m50 et 5^m. Tantôt ce sable est à l'état meuble, tantôt il est assez durci par l'oxyde de fer, qui en cimente les grains, pour acquérir la dureté de la pierre et lui permettre d'être employé comme tel dans les constructions.

Sous le sable se présentent souvent des cailloux roulés mélangés de minerai de fer et d'argile; c'est ce banc qui a motivé les anciens travaux, car partout je l'ai trouvé déjà exploité ou trop pauvre pour donner lieu à des travaux nouveaux; son épaisseur dans les parties les plus riches ne devait pas dépasser un mètre.

Dans les neuf dixièmes de mes fouilles l'argile, le plus souvent jaune quelquefois blanche, s'est trouvée immédiatement au-dessous du sable rouge; elle repose toujours directement sur le sous-sol silurien.

Un certain nombre d'excavations ouvertes, par mes soins, dans d'autres régions de la forêt et ses environs, surtout au nord et au nord-ouest, là où il n'y avait aucun indice d'anciennes exploitations, ont donné des résultats analogues. — En quelques points le sable rouge fait défaut; le banc de cailloux roulés, mélangé de minerai, se rencontre alors immédiatement sous la terre végétale; quand il manque lui-même l'argile seule recouvre la roche ancienne sous-jacente. — Celle-ci perce le sol aux sommets des faibles ondulations du terrain.

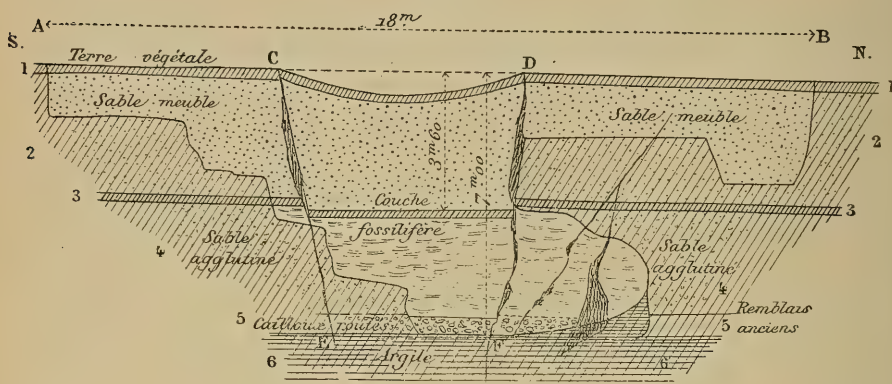
La coupe (fig. 4) est celle de la paroi ouest de la principale de mes tranchées, la seule dans laquelle j'ai trouvé des fossiles.

Coupant le sol du sud au nord, de A en B, sur une longueur de 18 mètres, j'ai trouvé, au milieu de ce premier fossé, le terrain défoncé par mes devanciers (de C en D).

J'ai enlevé les terres remuées et n'ai pas tardé à constater que je déblayais un ancien puits dont j'ai pu suivre les parois jusqu'à la profondeur de 7 mètres. Bien avant cette profondeur j'ai constaté que la couche renfermant le minerai de fer avait été exploitée par des galeries irrégulières, partant du puits et rayonnant en tous sens. — Les voûtes de ces galeries étaient effondrées, mais de nombreuses cavités pleines d'eau existaient encore. — La coupe fait voir que le prisme CDEF s'est affaissé d'un seul bloc. — Au fond des travaux j'ai recueilli un moyen bronze de Faustine jeune, femme de Marc Aurèle, tendant à prouver que les romains exploitaient le minerai de fer dans la forêt du Gâvre pendant les premiers siècles de notre ère.

Au dessous de la terre végétale, on voit, sur une épaisseur de 3^m60, du sable rouge grossier très argileux, mais assez tenace pour que des parois verticales puissent se maintenir, sans s'ébouler, pendant très longtemps. Ce sable est absolument analogue à celui que l'on exploite dans toute la région pour la fabrication des mortiers grossiers. Jusqu'ici on n'y avait jamais trouvé de fossiles. Or, à la profondeur de 3^m60, le sable s'est montré tout à coup cimenté par de l'oxyde de fer hydraté sur une épaisseur de 0^m15 à 0^m20, formant ainsi une couche horizontale par la juxtaposition de grosses géodes ferrugineuses pleines en leur centre d'argile et de sable et dont les parois sont de l'hématite brune. Les cavités sont tapissées

Fig. 1.



LÉGENDE

1. Terre végétale, 0^m10 à 0^m40.
2. Sable rouge meuble, 3^m50.
3. Banc fossilifère, 0^m15 à 0^m20.
4. Sable rouge agglutiné par l'oxyde de fer, 2^m.
5. Cailloux roulés et minéral de fer, 1^m.
6. Argile.

de fossiles et de cailloux roulés. La masse ferrugineuse elle-même renferme beaucoup de restes organiques et on en retrouve jusqu'à quelques centimètres des régions minéralisées ; partout ailleurs le sable est azoïque.

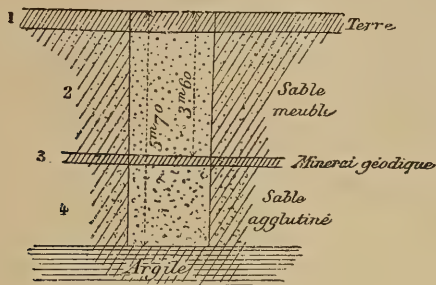
Le petit banc fossilifère recouvre du sable rouge analogue à celui qu'il supporte, mais beaucoup plus ferrugineux et assez durci par l'oxyde pour devenir un véritable grès et être employé dans les plus simples constructions du pays. Il n'y a plus ni géodes ni fossiles. Cette couche a environ 2^m50. Elle recouvre un poudingue

à ciment argileux, très friable, dont les éléments roulés sont formés de toutes les roches de la contrée, schiste, grès, quartzite, quartz, etc., et aussi de noyaux de fer hématite très riches, mais malheureusement trop disséminés. Ces galets ont souvent des formes anguleuses, qui prouvent que leur gisement primitif n'est pas éloigné.

Le poudingue repose sur une couche d'argile blanche très caillouteuse, que je n'ai pas traversée en ce point; mais toutes les fois qu'il m'est arrivé de le faire, dans d'autres recherches, j'ai constaté que cette argile repose directement sur la roche silurienne.

A 140^m à l'ouest de la tranchée que je viens de décrire, j'ai fait creuser un puits (fig. 2). A la même profondeur de 3^m60 j'ai retrouvé

Fig. 2.



LÉGENDE

1. Terre végétale, 0^m60.
2. Sable rouge meuble, 3^m00.
3. Minéral de fer géodique, 0^m15 à 0^m20.
4. Sable rouge agglutiné par l'oxyde de fer, 2^m10.
5. Argile.

là un banc ferrugineux géodique analogue au précédent, mais sans traces de fossiles. Il repose aussi sur du sable durci très ferrugineux; mais en ce point, dès la profondeur de 5^m70, on trouve l'argile blanche. Le banc de poudingue ferrifère n'existe donc plus.

Dix neuf autres fouilles creusées dans la forêt ont fait voir sous 0^m30 de terre végétale les moyennes suivantes :

Dans 7 fouilles, 0^m40 d'argile, puis le schiste silurien.

Dans 2 fouilles, 1^m50 de sable meuble, 2^m de sable dur, puis l'argile.

Dans 10 fouilles, 1^m50 de sable superposé immédiatement sur l'argile.

Plus de trace de la couche géodique fossilifère.

De ces observations on doit conclure que le sable rouge a été profondément raviné et parfois entièrement enlevé, que le banc

fossilifère n'est qu'un accident, que les cailloux roulés ne forment pas une couche constante, car souvent elle manque, tandis qu'en certains points elle arrive jusqu'au niveau du sol et à six ou sept mètres d'épaisseur.

La couche argileuse est la plus constante de ce terrain.

C'est le 25 juillet 1889 que j'ai aperçu et recueilli les premiers fossiles. M. Vasseur s'est mis obligeamment à ma disposition pour les étudier et les déterminer.

Il a trouvé : *Cardita striatissima* Caillaud (page 379, N° 73 de sa thèse). Espèce très abondante dans la forêt du Gâvre, comme elle l'est à la Dixmérie et au Pigeon-Blanc. Elle est caractérisée par des côtes arrondies finement striées en travers.

Astarte. — Ib., N° 70, voisine de *A. Omalii*.

Flabellum Wordii. — Milne-Ed. et J. H. ib., N° 92.

Sphenotrochus. — Ib. N° 91 ?

Nassa — *Arca* — *Trochus* — *Lima* et quelques autres mollusques indéterminables.

Enfin un fragment de céphalopode, probablement *Aturia*, dont on voit le siphon et deux cloisons.

Les quatre premiers de ces fossiles se trouvent à la Dixmérie et au Pigeon-Blanc, gisements fossilifères de la rive gauche de la Loire, en Loire-Inférieure, qui constituent, soit le dernier terme de la série falunienne, soit l'équivalent du Tortonien ou Miocène supérieur. Or, du Tortonien au Pliocène inférieur, il n'y a qu'un pas.

Le genre *Aturia* est éocène et miocène, et comme il ne s'agit pas ici d'Eocène, ce fossile pourrait autoriser à maintenir le dépôt du Gâvre dans le Miocène, dernier terme falunien ou Miocène supérieur.

Telle est donc, après étude de mon premier envoi, l'opinion de M. Vasseur sur la place géologique des fossiles du Gâvre.

Depuis, j'ai retiré de la petite couche fossilifère un grand nombre de fossiles; grâce à la complaisance de M. L. Bureau, j'ai pu les comparer à ceux qui existent au Musée de Nantes, dans la collection déterminée par Nyst, et j'ai trouvé avec les précédents :

Trochus ziziphrinus. Lin., *Sedgwicki* Nyst,

Natica,

Turritella,

Trochus,

Planorbe? ou *Aturia*?

Turbo,

Turritella,

Bulla,
Cardita senilis Sow., *squamosa* Nyst,
Artarte, semblable à une espèce non nommée de la Dixmerie,
Arca?
Pectunculus,
Lima,
Citherea,
Terebratula perforata, DeFrance,
Flabellum et polypiers divers, etc.

Tous ces échantillons et bien d'autres encore sont entre les mains de M. Vasseur, qui en donnera, je l'espère, une détermination certaine.

Les fossiles recueillis par M. Vasseur à St-Jean-la-Potherie et à St-Gildas-des-Bois disent d'une façon certaine que ces gisements sont pliocènes.

D'autre part, ma découverte permet de placer dans l'étage Miocène supérieur une très grande surface occupée par les sables dans la Loire-Inférieure et les départements voisins.

Il existe donc en Bretagne des bancs de sables, argiles et graviers de plusieurs âges auxquels une étude très longue et très attentive permettra seule d'assigner la vraie place.

L'existence de fossiles d'eau salée au milieu des sables rouges prouve que ceux-ci sont d'origine marine. Il a fallu des circonstances toutes particulières pour que les formes de restes organiques aient pu se conserver au milieu de ces sédiments grossiers très perméables à l'eau, là où les calcaires ont été dissous. Voici comment je m'explique le phénomène.

Peu de temps après leur dépôt, les coquilles se sont trouvées baignées par des eaux ferrugineuses qui ont couvert leur test d'un mince dépôt d'oxyde, épousant les moindres détails de leur structure comme le ferait un bain galvanique. Plus tard le calcaire a été enlevé là comme dans les autres parties du gisement et des vides se sont formés à la place des coquilles. Ce sont ces vides que l'on trouve aujourd'hui donnant le moulage parfait des corps qu'ils ont contenus. Il est très probable que la masse entière des sables de la forêt du Gâvre contenait primitivement des débris organiques marins en aussi grand nombre qu'en contiennent les faluns; un phénomène général de décalcification les a fait disparaître, et il en eut été de même pour le lambeau que je viens de découvrir si l'accident tout local et fortuit d'une source ferrugineuse incrustante, n'était venu mettre à l'abri d'une destruction

totale sinon les coquilles elles-mêmes, au moins leurs formes extérieures.

A Nyoiseau, près Segré (Maine-et-Loire), dans un très considérable amas de sable rouge, j'ai observé un test d'*Ostrea*; il était tellement altéré qu'il s'est réduit en poussière aussitôt que j'y ai touché.

L'argile que l'on trouve partout sous le sable est peut-être le produit de la décomposition des calcaires entraîné par les eaux superficielles à la partie la plus basse du dépôt. Cette hypothèse applicable à la forêt du Gâvre ne saurait d'ailleurs être généralisée, car on peut constater en beaucoup d'autres points la transformation superficielle et en place des roches anciennes en argiles.

Note sur la constitution géologique des Pyrénées. — Le système cambrien

par M. E. Jacquot

Exposé. — Je n'ai pas jugé à propos de relever les critiques formulées par un des membres de la Société, dans la séance du 7 novembre 1887, au sujet de ma note à l'Académie des Sciences sur le système cambrien dans les Pyrénées. J'ai considéré qu'il convenait de laisser aux lecteurs du Bulletin le soin d'en apprécier la portée. Elles ont été d'ailleurs réfutées, séance tenante, par M. Bertrand qui, m'ayant accompagné en 1885 dans mes excursions aux environs des Eaux-Bonnes, a pu affirmer, *de visu*, l'existence, à la base de la série primaire, de cette assise puissante de roches cristallines à laquelle j'ai donné le nom de *dalle*, pour rappeler sa tendance à se diviser en un nombre considérable de petites couches aux faces planes. Il m'a paru qu'il était superflu d'insister; mais, après avoir lu la note sur les terrains paléozoïques des environs d'Eaux-Bonnes présentée dans la séance du 4 mars 1889, j'ai complètement changé d'avis. Il ne saurait, en effet, me convenir de laisser contester par un géologue aussi autorisé que l'est M. OEhlert, les conclusions de ma note et de ne pas y faire une réponse.

C'est là l'objet de la présente notice. Comme je l'ai fait pour le Trias, je me propose de justifier mes conclusions en publiant les observations sur lesquelles elles reposent. On pourra remarquer qu'elles embrassent toute l'étendue de la chaîne.

Gisement et composition de la dalle. Rôle qu'elle joue dans les Pyrénées. — Rappelons tout d'abord, en les réduisant à ce qu'ils ont d'essentiel, les principaux faits signalés dans la note. Nous en profiterons pour y apporter une rectification importante, en ce qui touche la composition qu'elle assigne à la dalle.

En entreprenant, en 1885 et 1886, pour l'exécution de la carte au $\frac{1}{1.000.000}$ l'étude de la constitution de la chaîne des Pyrénées, restée jusque là assez obscure, je pouvais prévoir que le système paléozoïque établi par le Service géologique sous la dénomination de schistes et phyllades de Saint-Lô et, par abréviation, sous celle de Cambrien, y serait représenté. Il l'est, en effet, dans les principaux massifs montagneux de la France : les Ardennes, la Bretagne, le Plateau Central, la Montagne Noire, les Maures et la Corse. Les Pyrénées ne pouvaient faire exception à la règle. Aussi, la note a-t-elle eu en vue bien moins de signaler l'existence du terrain cambrien dans cette chaîne, que d'appeler l'attention sur l'assise calcaire, très remarquable, qui en forme le couronnement. Elle a en effet un faciès minéralogique tellement caractéristique qu'on ne saurait la confondre avec les autres gîtes calcaires de la chaîne. Elle est cristalline, à petites facettes, ou simplement grenue, le plus souvent de couleur claire, grise ou bleuâtre, reconnaissable surtout à l'aspect feuilleté ou rubané qu'elle présente constamment sur sa tranche.

De là un premier résultat acquis. En établissant une démarcation très nette dans la série des assises paléozoïques de la chaîne, la reconnaissance de la dalle donne une solution au problème que Durocher s'était posé, il y a près de cinquante ans, sans arriver à un résultat acceptable (1). Cette assise constitue en effet un horizon

(1) L'important mémoire dans lequel cet ingénieur a rendu compte de ses recherches est intitulé : *Essai pour servir à la classification du terrain de transition des Pyrénées et observations diverses sur cette chaîne de montagnes*. Il est inséré dans le tome VI, 4^e série, des *Annales des Mines* (1844). Comme j'aurai à faire assez souvent des emprunts à ce document, il n'est pas hors de propos d'indiquer la solution à laquelle Durocher s'était arrêté. Il avait cru reconnaître que la série paléozoïque pouvait être partagée en deux systèmes séparés par une discordance de stratification. L'étage inférieur ou cambrien était dirigé de l'E. N. E. à l'O. S. O. L'étage supérieur, comprenant le Silurien et le Dévonien, courait au contraire de l'O. quelques degrés N. à l'E. quelques degrés S. Il serait difficile d'accepter aujourd'hui cette conclusion. Comme je l'ai fait remarquer elle était d'ailleurs en contradiction avec les observations de Palassou, qui dans un ouvrage trop peu connu (*Essai sur la minéralogie des Monts Pyrénées*) a montré la tendance qu'ont les couches à s'aligner parallèlement

pouvant servir de fil conducteur pour le relevé géologique du sol et ayant à cet égard toute la valeur d'un niveau fossilifère (1).

Pour tenir compte d'essais chimiques qui n'ont pas été exécutés avec tout le soin désirable, j'ai annoncé dans la note de 1887 que la magnésie contenue dans la dalle n'y était qu'en faible proportion. Ce résultat se trouvant en désaccord avec l'idée que je m'étais faite de la nature de la roche d'après sa tendance à passer à de véritables dolomies et à en présenter assez souvent tous les caractères, j'ai jugé à propos de le vérifier. Avec l'obligeance qui le caractérise, M. Ogier a bien voulu reprendre, sur ma demande, dans le laboratoire de toxicologie qu'il dirige avec tant de talent, l'étude de la composition chimique de la dalle. Ses analyses tendent à en faire une roche franchement magnésienne. Il convient d'en donner les résultats.

Deux roches présentant tous les caractères de la dolomie ont été soumises à l'analyse. La première provient de la Butte du Trésor située dans la partie élevée de la ville des Eaux-Bonnes et d'où émerge le groupe principal des sources qui alimentent la station.

à l'axe de la chaîne. Dans l'application, Durocher a dû souvent corriger ce que ses conclusions avaient de trop absolu, en les abandonnant. Comme il était très versé dans la connaissance du terrain de transition, il faut reconnaître que ses déterminations sont presque toujours exactes.

(1) Dans sa thèse pour l'obtention du grade de docteur, parue en 1888 et intitulée : *Études géologiques sur les hauts massifs des Pyrénées centrales*, M. Caralp est arrivé à une conclusion qui semble ne différer de celle de la note de 1887 que par une nuance. L'horizon formé par la dalle se trouverait simplement transposé au niveau du Silurien moyen S2.b. et elle y remplacerait le grès à bilobites si constant en Bretagne et dans le Cotentin.

Je crois que cette transposition n'est nullement fondée. En étudiant avec soin le volumineux mémoire dans lequel M. Caralp a rendu compte de ses observations et les coupes qui y sont figurées, j'ai constaté que, s'il a reconnu la dalle dans ses gisements incontestables (Luzenac, Salau, Peña Blanca, etc.), il l'a trop souvent fait descendre au milieu de couches siluriennes, où on chercherait en vain la trace de cette puissante assise. C'est ce qui a lieu par exemple pour la vallée de la Pique, où il place son étage S2.b. entre Juzet et Salles. C'est par suite de cette confusion, qui est constante, que M. Caralp est parvenu à trouver sous des couches calcaires qu'il a rapportées à tort à la dalle des schistes carburés à faciès silurien.

C'est d'ailleurs, il faut bien le reconnaître, une idée assez étrange que celle qui consiste à assimiler au grès à bilobites, qui est un quartzite, une assise presque exclusivement calcaire. M. Caralp n'a pas vu qu'un peu au-dessus de la dalle, on trouve constamment, dans les schistes siluriens, des quartzites qui rappellent complètement ceux des contrées précitées. Si jusqu'ici on n'y a pas trouvé de bilobites, c'est peut-être parce qu'on ne les y a pas cherchés. Nous aurons l'occasion de signaler la présence de ces roches à la place que nous venons d'indiquer.

La seconde a été recueillie à deux kilomètres plus loin vers l'est, dans une petite carrière voisine de la cascade du Gros-Hêtre, à l'extrémité de la Promenade de l'Impératrice. Elles sont l'une et l'autre d'un gris bleuâtre, à petites facettes et elles présentent l'éclat nacré propre aux dolomies. D'après la position qu'elles occupent elles appartiennent à la partie supérieure de l'assise.

Les moyennes des deux analyses entreprises sur chacune d'elles donnent :

DOLOMIE DE LA BUTTE DU TRÉSOR				DOLOMIE DE LA CASCADE DU GROS-HÊTRE			
		oxygène	rapports		oxygène	rapports	
Chaux...	30,40	8,54	1	31,35	8,81	1	
Magnésie.....	20,85	8,07	8,13 1	21,35	8,25	8,40 1	
Protoxyde de fer.	0,27	0,06			0,15		
Acide carbonique calculé.....	46,60	33,69	4	47,80	34,56	4	
Matières siliceuses et alumi-neuses.....	1,35			0,55			
Totaux....	99,47			101,72			

Les roches analysées sont donc bien des dolomies de la formule $\text{CaOCO}^2 + (\text{MgO}, \text{FeO}) \text{CO}^2$ et dans lesquelles une petite proportion de carbonate de magnésie est remplacée par du carbonate de protoxyde de fer.

Le troisième échantillon de dalle analysé a été pris sur un bloc de roche dure provenant de la promenade Jacqueminot, au-dessus des Eaux-Bonnes, et appartenant manifestement aux assises en place du voisinage. D'après la position qu'il occupe, il dépend également d'une des parties élevées de l'étage. M. Ogier y a trouvé :

Chaux	37.00
Magnésie.....	4.80
Protoxyde de fer.....	0.40
Acide carbonique calculé.....	34.05
Matières siliceuses avec un peu d'alumine.....	23.80
Total.....	100.05

Dans l'échantillon de la promenade Jacqueminot, la proportion du carbonate de chaux est de six fois et demi celle du carbonate de magnésie. La roche n'en reste pas moins un calcaire magnésien, d'une composition peu commune. La comparaison avec les deux premières analyses met également en évidence une augmentation

très notable dans la matière quartzeuse. C'est ce qui arrive assez fréquemment aux assises de la dalle situées à ce niveau. On y trouve même des couches complètement siliceuses, comme cela a lieu à l'entrée de la grande tranchée par laquelle on accède à l'ancienne route de Laruns, aux Eaux-Chaudes. Mais les roches de cette nature constituent une exception et n'empêchent pas de considérer la puissante assise de la dalle comme étant surtout calcaire et magnésienne.

Elle joue un rôle considérable dans la constitution géologique des Pyrénées. En effet, si elle a peu d'épaisseur aux deux extrémités de la chaîne, elle acquiert dans la partie centrale une puissance que l'on ne peut guère évaluer au-dessous d'un millier de mètres. A cet égard elle se trouve placée hors de pair au-dessus de toutes les autres assises calcarifères. Aussi est-ce bien sans contre-dit à la dalle que les Pyrénées doivent d'être des montagnes essentiellement calcaires et de se différencier, sous ce rapport, des autres chaînes réparties sur le territoire de la France.

Enfin la note a avancé que la dalle était le siège des principaux gîtes minéraux des Pyrénées. A cet égard, son étude présente donc beaucoup d'intérêt.

Pour qu'il n'y ait aucune ambiguïté, il convient d'ajouter que la dalle est complètement indépendante des cipolins intercalés dans le gneiss et dont les principaux gisements se trouvent près de Macaye, dans le Labourd, et à Arignac, au nord de Tarascon. Stratigraphiquement elle en est séparée par toute l'épaisseur des schistes et phyllades cambriens, qui est d'environ 2,000 mètres. Elle en diffère également par son faciès minéralogique et sa composition, car ces cipolins sont des marbres calcaires à grandes lamelles, constamment en bancs épais.

Dans la description que nous avons à faire de la dalle, nous nous proposons d'aller de l'est à l'ouest. Mais il convient de donner une place à part à la coupe typique du port de Venasque, qui figure déjà, sous une forme sommaire, dans la note de 1887.

Bagnères-de-Luchon, le Port de Venasque et la Peña blanca. — La coupe du port de Venasque a son point de départ à l'Hospice de France, situé vers la naissance de la vallée de la Pique, à une dizaine de kilomètres au sud de Bagnères. Quand on s'y rend en partant de cette station thermale, on recoupe une série de roches à faciès cambrien : schistes, phyllades et quartzites, qui étant disposées sur les flancs du petit massif cristallophyllien du val de Burbe, plongent d'abord au nord et ont, au contraire, une inclinaison vers le sud aux abords du pont de Lapadé. C'est de ces

schistes profondément modifiés par la granulite à mica palmé de Superbagnères, qu'émergent les sources sulfurées sodiques de Luchon. Quelques roches éboulées, rencontrées près de Lapadé, permettent de conjecturer que la dalle recouvre vers le sud ce premier pointement cambrien et qu'elle constitue les crêtes du Céciré, en se raccordant à l'ouest avec les affleurements signalés à Medasoles et à Esquiery, vers le milieu de la vallée d'Oo. Près du pont de Ravi, où la vallée du Lys se raccorde avec celle de la Pique, le terrain change d'aspect et on ne rencontre plus, jusqu'à l'Hospice, que des schistes ampéliteux avec quelques petites couches de calcaire noirâtre, offrant tous les caractères minéralogiques du terrain silurien et qui y ont été rapportés, quoiqu'on n'y trouve pas l'assise à *Orthocères* et à *Cardiola interrupta* qui couronne la formation.

De l'Hospice, pour atteindre le Port, il faut s'élever d'un millier de mètres le long d'un sentier muletier qui, en dehors de quelques lacets, est dirigé à peu près nord-sud. Il recoupe dès lors toutes les couches dont la direction oscille entre l'est-ouest et le nord-ouest. Au début de l'ascension, on constate une nouvelle modification dans le faciès du terrain. Il est composé de schistes satinés de couleur vert foncé avec veines de quartz et géodes de cristaux, de phyllades et de quartzites. Vers le haut du chemin, il y a quelques calcschistes. Toutes ces couches sont extrêmement contournées. L'ensemble rappelle le terrain cambrien des environs de Bagnères, circonstance qui ne peut s'expliquer sans admettre l'existence à l'Hospice d'une faille correspondante au cours de la Pique. Elles se poursuivent avec leur composition, très uniforme, jusqu'à la Baraque que l'on trouve sur le plateau, un peu au-delà du col.

Quand j'ai fait l'ascension du Port de Venasque, je soupçonnais que la dalle, déjà reconnue aux Eaux-Bonnes et dans la vallée de Cauterets, constituait un horizon, et l'excursion avait principalement pour objet de vérifier cette conjecture. La dénomination de Peña blanca appliquée au plateau était un indice de bon augure (1).

(1) On peut remarquer à ce sujet que, comme cela arrive bien souvent, le sentiment populaire a devancé l'observation scientifique. La couleur claire de la puissante assise de dalle cambrienne, tranchant sur le fond sombre des schistes entre lesquels elle est intercalée, a dû, à l'origine, appeler l'attention des habitants de ces montagnes. De là la dénomination de *Pennes Blanches* appliquée aux pics dont elle forme les crêtes. Elle est reproduite maintes fois sur la carte du Dépôt de la Guerre aux environs du Pic du Midi, de Gédre, de Gavarnie, etc. Près de ce dernier village, le *Pain de sucre* est une expression très heureusement trouvée pour qualifier un gîte de dalle métamorphique.

Aussi est-ce avec une grande satisfaction qu'en m'avancant vers le sud jusqu'à la crête du flanc ardu de la vallée de l'Essera, j'ai reconnu que la Peña était constituée par la dalle la mieux caractérisée. De ce point on la voyait former à la surface du sol une large bande qui s'étendait du côté de l'est vers Fourcade et à l'ouest dans la direction des Posets. A la Peña elle est extraordinairement puissante et cristalline, se cassant fréquemment sous forme de parallélogrammes très réguliers. C'est donc bien sur ces hauteurs, aux pieds de la Maladetta, qu'il faut placer le type de cette assise remarquable.

Je n'ai pas suivi la dalle au-delà de la Peña; mais Durocher, qui a profité de son séjour assez prolongé à Vicdessos pour parcourir les Pyrénées espagnoles, annonce, dans le mémoire précité, qu'elle se relève avec les schistes auxquels elle est superposée sur les premières pentes N. et N.-O. de la Maladetta. Il en résulte qu'il y a là un grand pli synclinal. Par suite d'une inflexion dans la direction des couches, ce pli se continuerait même dans la vallée de l'Essera jusqu'aux abords du bourg de Venasque. Les coupes que Durocher a données à l'appui de son mémoire, sont très intéressantes. Elles représentent de grandes lentilles de dolomie intercalées au milieu de la dalle. La fig. 10 de la planche 2 est surtout remarquable en ce qu'on y voit un noyau de cette roche empâté dans une couche de dalle dont les feuillettes en épousent tous les contours. J'ai retrouvé la même disposition dans la tranchée de la promenade horizontale des Eaux-Bonnes et je donne plus loin (fig. 4, p. 668) le croquis que j'en ai pris, afin qu'on puisse le comparer à celui du mémoire de Durocher.

Je ne peux méconnaître l'objection qui a été faite par M. Gourdon à l'attribution des schistes du Port de Venasque au terrain cambrien, puisque c'est en sa compagnie que j'ai fait l'ascension de la Peña. Cette objection, qui se trouve reproduite dans une publication récente (1), résulte de la découverte qu'il a faite, dans un bloc tombé des hauteurs, d'un polypier assez fruste du genre *Chaetetes*. M. Barrois a cru pouvoir le rapporter au terrain silurien. Mais l'objection ne m'a paru pouvoir être prise en considération, parce qu'elle est en opposition manifeste avec le faciès minéralogique des roches et la stratigraphie.

C'est Durocher qui, le premier, avec la compétence spéciale qu'il tirait de ses études sur les terrains paléozoïques, a rapporté les

(1) *Contributions à la géologie des Pyrénées centrales*, par Maurice Gourdon, Bagnères, 1888.

schistes du port de Venasque au terrain cambrien. Il faut remarquer qu'il ne l'a pas fait sans être profondément convaincu, car la direction de ces schistes était celle de son système supérieur et, pour justifier cette attribution, il a dû avoir recours à une inflexion, conséquence du recul vers le sud de toute la partie occidentale de la chaîne. Leymerie s'est prononcé dans le même sens. Avec ces deux observateurs je me refuse à voir dans les schistes du port autre chose que le terrain cambrien le mieux caractérisé (1).

(1) C'est ici le lieu d'examiner ce que valent pour la classification des terrains paléozoïques, les déterminations d'organismes inférieurs engagés dans des échantillons le plus souvent très frustes ou même de simples indices qui ne méritent pas ce nom, lorsqu'on la fait en dehors de la reconnaissance stratigraphique des lieux où ces échantillons ont été recueillis, et de rechercher le parti qu'on en a tiré dans les Pyrénées. Il y a d'autant plus de convenance à examiner la question qu'aux Eaux-Bonnes, comme à Venasque, c'est une pareille détermination que l'on oppose à l'attribution que j'ai faite au Cambrien, d'une part de la puissante assise de calcaire dolomitique à laquelle cette station est adossée, de l'autre des schistes du port.

Envisageons d'abord les Néréites qui, de siluriennes, sont devenues dévoniennes, sans qu'on ait pris la peine d'expliquer comment elles ont passé d'un terrain dans l'autre. Pour l'exécution de la carte au $\frac{1}{1.000.000}$, l'attribution des Néréites du Bourg d'Oueil au terrain silurien n'était pas sans me gêner beaucoup. Elle était, en effet, en contradiction avec les observations de Leymerie qui plaçait cette localité en plein dans le Dévonien. Il y avait donc là une objection à résoudre et c'est ce qui a motivé la visite des lieux, que j'ai faite en compagnie de M. Gourdon, au mois d'avril 1886. Sans entrer dans des détails qui seraient superflus, j'ai rapporté de cette excursion la preuve que l'attribution de Leymerie était parfaitement justifiée. En effet, les ardoisières où les Néréites ont été recueillies se trouvent à un niveau peu éloigné du calcaire amygdalin; elles appartiennent par conséquent à la partie supérieure de l'étage. Est-ce une raison pour en conclure, comme on l'a fait, que les mêmes espèces recueillies dans les ardoisières de Genost d'Eget sont placées sur le même horizon? Ce serait une nouvelle et grave erreur, car la première localité appartient au Dévonien inférieur et, comme on le verra plus loin, Eget est bien sur la dalle cambrienne. L'ardoisière qui en dépend ne peut dès lors être que silurienne ou même cambrienne, suivant sa position par rapport à l'affleurement de cette dalle. Quelles conclusions entend-on dès lors tirer pour la classification des terrains d'indices aussi insignifiants?

Rappelons sommairement qu'à la suite d'observations stratigraphiques les trilobites de la partie supérieure de la vallée de Larboust ont dû également passer du Silurien dans le Dévonien.

Il en sera de même pour le Chætetes du Port de Venasque qui, de l'étage silurien, devra descendre dans le Cambrien.

A la décharge de M. Barrois, il convient de faire remarquer que, si les échantillons qu'il a déterminés avaient été accompagnés de quelques indications stratigraphiques faciles à recueillir, tous ces mécomptes auraient pu être évités. Pour les Néréites du Bourg d'Oueil, l'attribution au Dévonien supérieur était commandée par la reconnaissance des lieux; c'était l'évidence même.

Massif paléozoïque des Albères. — Dans la direction de l'est, le premier massif paléozoïque de la chaîne est celui qui s'étend, sous le nom d'Albères, dans sa partie déprimée, au levant de la route de Perpignan en Espagne par le Perthus. Disposé sous forme de bande assez étroite à la périphérie du terrain cristallophyllien de la région, il forme bordure sur le littoral de la Méditerranée entre Collioures et le cap Cerbère. Dans une course rapide faite au commencement de 1886, en compagnie de M. Depéret, le long de la route qui relie Banyuls à Collioures, nous avons reconnu que toutes les assises recoupées consistaient en schistes tantôt terreux, tantôt siliceux, avec nodules de quartz ou même micaçés. Jusqu'à l'anse de Paulilles elles plongeaient vers le sud-est, tandis qu'au delà leur inclinaison était en sens inverse. Dans cette course, l'existence de la dalle n'avait pas pu être constatée.

Depuis lors M. Depéret a fait le relevé géologique de cette région pour la carte de la France au $\frac{1}{80.000}$. Il a bien voulu me communiquer les résultats qu'il a obtenus avec faculté d'en disposer. Je ne saurais donc mieux faire que d'y recourir.

M. Depéret estime qu'il conviendrait de donner le nom de Précambrien à l'étage X de la légende de la carte au $\frac{1}{1.000.000}$ qui comprend les schistes et phyllades de Saint-Lô et de réserver la dénomination de Cambrien à l'assise qui renferme la faune primordiale (1).

Tout en reconnaissant que les gisements de dalle que nous avons vus ensemble dans les vallées du Tech et de la Têt, et qui sont décrits plus loin, appartiennent bien à la partie supérieure de cet étage schisteux et qu'ils sont de beaucoup les plus importants et les plus puissants, M. Depéret est disposé à penser qu'il y en a d'autres ou au moins que leur niveau n'est pas d'une fixité absolue. Ainsi il existe des calcaires rubannés dans les micaschistes, comme à Sorède, et d'autres vers la base des schistes précambriens. Tels sont ceux des environs de Collioures, de Port-Vendres et de Banyuls. A l'extrémité de la chaîne des Albères, vers l'est, ces derniers dessinent un

(1) J'ai à peine besoin de déclarer que je n'ai aucune objection à faire à ce changement de dénomination. J'ai expliqué, en effet, que la dalle, objet de ma note, était placée à la partie supérieure de l'étage de Saint-Lô et je ne me suis servi du terme *Cambrien* que par abréviation. J'ai constamment admis que le Silurien tout entier, avec la faune primordiale, devait se trouver au-dessus de la dalle et si j'avais eu à chercher cette faune dans les Pyrénées, où il est très probable qu'elle existe depuis que sa présence a été signalée par M. J. Bergeron dans la Montagne Noire, je me serais précisément servi de cet horizon comme d'un excellent point de repère pour la découvrir. Il n'y a donc, entre M. Depéret et moi, aucune divergence dans l'appréciation des faits.

arc de cercle autour et à une certaine distance du massif cristallophyllien. Leur épaisseur varie dans des proportions assez étendues; elle est en moyenne de vingt mètres (1).

Région du Canigou. — Vallées du Tech et de la Têt. — En se reportant à la carte du Dépôt de la Guerre, on reconnaît qu'à la hauteur de la montagne de la Mort de l'Escola, un éperon culminant se détache de l'axe de la chaîne et s'avance en ligne droite sur une vingtaine de kilomètres dans la direction du nord-est. Cet éperon joue un rôle capital dans l'orographie de la région. C'est en effet à une petite distance au nord de sa terminaison que s'élève, à l'altitude de 2.785 mètres, le Canigou, qui domine toute la contrée. On peut remarquer que les vallées du Tech et de la Têt, qui l'encadrent, reproduisent exactement la direction signalée.

La constitution géologique de cette partie du Roussillon est très simple. Les terrains cristallophylliens et paléozoïques y jouent seuls un rôle important. Les premiers constituent le sol de toute la partie élevée du massif montagneux. Comme le montre la carte au $\frac{1}{1.000.000}$, le terrain cambrien s'étend sur le flanc de ce massif; il l'enveloppe au nord, à l'est et au sud, sous forme d'une ceinture qui, assez étroite dans les vallées, prend de l'extension vers le nord-est. On n'y a pas encore constaté la présence du terrain silurien. Quant au terrain dévonien, il constitue un massif d'une certaine importance enclavé dans un pli du terrain cambrien, aux environs de Villefranche.

Comme le prouvait déjà la disposition, sous forme de plis très multipliés, des assises triasiques du pointement d'Amélie décrite dans ma note du tome XVI, les terrains sédimentaires de la région du Canigou ont été soumis à des actions très puissantes qui les ont souvent placés dans des positions anormales. Ainsi la ceinture cambrienne, au lieu de s'appuyer normalement par sa base schisteuse sur le massif cristallophyllien, plonge en général vers son centre, disposition corrélatrice d'une faille au contact des deux formations. Il n'est même pas rare de la voir complètement ren-

(1) Dans l'article « généralités » placé en tête de ma note, j'ai eu soin de rappeler que je ne confondais pas la dalle avec les cipolins enclavés dans le gneiss. Les gisements calcaires de Sorède rentrent peut-être dans cette catégorie.

Ce qui me semble résulter de plus net des observations recueillies par M. Depéret dans cette région, c'est que la dalle qui couronne d'habitude le système schisteux précambrien n'y est pas représentée. Dans la coupe du Port de Venasque on peut remarquer qu'il y a vers le milieu de la montée une petite assise de calcschistes qui est vraisemblablement assimilable au second niveau des Albères.

versée par un mouvement de bascule, de telle sorte que la dalle qui la couronne repose sur le gneiss ou sur le granit.

Les explorations que j'ai faites en compagnie de M. Depéret dans les vallées du Tech et de la Têt pour la confection de la carte au $\frac{1}{1.000.000}$ y ont mis hors de doute l'existence de la dalle. Elle y est assez développée. Quand on remonte la vallée du Tech, on rencontre, pour la première fois, la dalle un peu au-delà d'Arles. Elle y est jalonnée par de nombreux pointements dans lesquels elle affecte la direction N.-E. du massif du Canigou. C'est ainsi qu'on la voit renversée sur le granit et surmontée par les schistes dans une carrière ouverte au haut du chemin qui monte à Corsavy.

Elle est au contraire dans sa position normale à la naissance de la vallée. Quand on se rend de la petite place forte de Prats de Mollo aux bains de la Preste, dernière localité habitée dans la région, on ne rencontre, jusqu'à la chapelle St-Sauveur, que du gneiss traversé par de nombreux filons de granulite et contenant une assise de cipolin analogue à celle d'Arignac. A partir de la chapelle, la route est ouverte en tranchée dans des schistes contenant des amandes de quartz laiteux et recoupés par des filons quartzeux. La dalle qui couronne l'assise ne tarde pas à se montrer et on peut la suivre jusqu'à un ravin situé à une petite distance de l'établissement thermal où elle bute contre un dyke de granulite. Au contact de cette roche, la dalle est métamorphosée; c'est un marbre dans lequel la structure zonaire se manifeste par des alternances de bandes grises et noirâtres.

A un kilomètre et demi en amont du hameau du Tech, sur la rive droite de la rivière de ce nom, il y a une carrière, actuellement abandonnée, d'où on tirait un beau marbre vert, veiné de violet, dont le gisement paraît se rattacher à celui de la dalle.

Le terrain cambrien se montre également sur de nombreux points de la vallée de la Têt. Il occupe notamment aux abords des établissements thermaux des Graus d'Olette et de Canaveilles, au bas de la rampe par laquelle la route d'Espagne s'élève sur le plateau granitique de Carlitte, une position symétrique à celle qu'il a à la Preste. C'est la dalle métamorphosée et à l'état de marbre qui, au droit du dernier établissement, est entaillée par le petit tunnel sous lequel passe la route. Elle est superposée aux schistes cambriens que l'on suit depuis le bourg d'Olette, situé à

quatre kilomètres vers le nord, et elle plonge vers le gneiss d'où sortent les nombreuses sources chaudes des Graus (1).

L'intérêt que présente la dalle, dans la vallée de la Têt, résulte surtout de sa corrélation manifeste avec les riches gisements ferri-fères de la contrée. C'est, en effet, dans cette assise que sont intercalés les dépôts d'hématite qui, des environs de Nyer, s'étendent par Escaro, le Torrent, Sahore, Fillols et Velmanya, jusqu'à la Tour de Batère située à l'altitude de 1486 mètres à l'est du Canigou et non loin de Corsavy. En partant des extrémités des vallées de la Têt et du Tech, la dalle enveloppe donc cette montagne dans une ceinture de forme semi-elliptique. A Clara et à Fillols, au sud de Prades, elle est divisée par un intervalle schisteux en deux bancs dont le principal a une cinquantaine de mètres d'épaisseur; sur ces deux points comme à Corsavy, ses affleurements sont renversés sur le gneiss.

Nous ne pourrions sans dépasser beaucoup les limites de notre note, qui doit rester principalement stratigraphique, entreprendre une description des gîtes du Canigou. Nous n'en possédons pas d'ailleurs tous les éléments que nous devons recueillir en retournant à Prades, comme nous l'avions promis à M. Dineur, ingénieur de la mine de Fillols (2). Nous nous contenterons donc d'indiquer les grandes lignes du gisement très intéressant des minerais du Canigou.

Le minerai est de l'hématite brune provenant de la décomposition du fer spathique; il est associé à un peu de fer spéculaire et de manganèse. Le gisement est tout à fait comparable aux dépôts sidérolithiques très répandus dans les calcaires du Jura. On peut, en effet, remarquer que le dépôt ferrifère s'est substitué partiellement à la dalle dont on n'aperçoit plus que quelques îlots pointant d'une façon très irrégulière à la surface des exploitations qui s'effectuent partout à ciel ouvert. Il y a des roches de contact de couleur brun foncé qui paraissent dolomitiques.

Les mines du Canigou sont un premier exemple qui justifie la

(1) Cette station des Graus d'Olette située sur la rive droite de la Têt, près du pont sur lequel passe la route d'Espagne après avoir franchi le tunnel, est bien peu connue. Les sources sulfurées sodiques, nombreuses, puissantes et très chaudes, puisque l'une d'entre elles a une température de près de 80°C., constituent certainement une curiosité naturelle, remarquable. Elles s'annoncent en effet d'assez loin par la buée qu'elles répandent dans l'atmosphère, et elles se déversent dans la rivière sous forme d'un torrent d'eau chaude.

(2) Nous profitons de l'occasion pour adresser à M. Dineur nos remerciements au sujet de la direction qu'il a donnée à la course de Fillols.

dénomination de calcaire métallifère que j'ai appliquée à la dalle.

Vallée de l'Aude. — Dans l'étude que nous avons entreprise de la dalle, considérée comme un horizon dont on peut suivre la trace dans toute l'étendue des Pyrénées, la vallée de l'Aude a sa place marquée à la suite de celle de la Têt. Les sources de ces deux cours d'eau sont en effet très rapprochées dans le plateau granitique de Carlitte.

Nous avons remonté la vallée de l'Aude depuis Quillan jusqu'aux bains de Carcanières et à Quérigut sans pouvoir y constater la présence du terrain cambrien. Voici, en effet, ce que l'on observe au-dessous de Fontanes, point vers lequel la vallée pénètre dans les terrains paléozoïques. On rencontre d'abord des schistes et des calcaires versicolores qui paraissent appartenir au terrain dévonien. L'observation semble d'accord avec celle que l'on peut faire dans la vallée voisine du Rebenty, où le marbre amygdalin est exploité à Lafajole, car Fontanes se trouve à l'est un peu sud de cette localité. Vers le point où l'Aude reçoit le ruisseau qui descend de Campagna, on recoupe des schistes noirs, carburés qui, tant par leur faciès que par la place qu'ils occupent, représentent vraisemblablement la formation silurienne. Ils renferment quelques assises calcaires. Sur la tranche de ces dernières, relevées verticalement, s'élève à une grande hauteur le château ruiné d'Usson, un peu au-delà du point où l'Aude reçoit le ruisseau de Rouze. On passe ensuite sans transition au granite qui forme, avec quelques filons de granulite, le sol de la petite région connue sous le nom de Quérigut. On ne peut guère expliquer une pareille disposition sans avoir recours à une faille, assez nettement accusée d'ailleurs dans le relief des couches qui supportent le château, et c'est pourquoi on cherche en vain le terrain cambrien dans cette partie de la vallée de l'Aude.

Vallée de l'Ariège, entre Ax et les Cabanes. — On le retrouve au contraire avec un grand développement dans la section de la vallée de l'Ariège comprise entre Ax et les Cabanes. C'est en effet la dalle avec son faciès caractéristique habituel qui constitue les escarpements situés sur les bords de cette rivière et que leur relief accidenté met bien en évidence sur la carte du Dépôt de la Guerre, savoir : le coteau auquel est adossé le village de Luzenac, celui sur lequel la route de Foix s'élève à Lasserre, l'ermitage de St-Pierre au nord d'Albiés, le Pech des Cabanes, enfin le monticule sur lequel s'élève la chapelle de St-Barthélemy. Elle y est exploitée sur de nombreux points.

En parcourant en 1883 la vallée de l'Ariège avec M. de Lacvivier, j'ai été amené à attribuer au terrain cambrien les schistes auxquels la dalle est superposée dans cette région, comme en fait foi l'appendice publié à la suite de sa thèse. On peut en relever une coupe très nette en remontant, jusqu'à deux kilomètres au-delà d'Aston, le ruisseau de ce nom, un des principaux affluents de l'Ariège. On n'y rencontre que des phyllades et des schistes injectés de quartz, passant graduellement aux micaschistes et appartenant manifestement à ce dernier terrain. Je suis en cela complètement d'accord avec Durocher qui, à la suite de ses études dans le département de l'Ariège, a reconnu que la masse principale du terrain de transition, se rapportait à son système inférieur.

Une des coupes typiques de la thèse de M. Caralp est prise transversalement à la vallée de l'Ariège, près d'Ax, et elle fait figurer sous la dalle des schistes carburés, rapportés au terrain silurien. Il m'a été impossible de les voir dans la vallée d'Aston, où il les fait passer. Au débouché de cette vallée, dans l'intérieur même du village de Château-Verdun qui touche au Pech des Cabanes, les couches qui forment le substratum de la dalle, sont mises à jour; ce sont des schistes satinés d'un vert clair.

D'après de Dietrich (1), le Pech de Gudanes, qui n'est autre que celui des Cabanes, est criblé au nord et à l'ouest de fosses donnant accès à d'anciens travaux dans *des schistes calcaires*. Le minerai que l'on exploitait dans cette localité ainsi qu'à Lassur pour les forges à la catalane des vallées de l'Ariège et d'Aston était de l'hématite. La mine de Larcet, ouverte sur un gîte semblable, était encore en activité à la fin du siècle dernier. On a tiré de la galène du Pech de Ferrières. Il y a donc là un groupe de gîtes métallifères en rapport avec la dalle.

Vicdessos et le Rancié. — Vicdessos, chef-lieu de la vallée de la ce nom, est bâti sur des couches de calcaire bitumineux noirâtre avec petits filets de calcaire spathique grisâtre. A Bouich, derrière

(1) *Description des gîtes de minerai, des forges et des salines des Pyrénées*, par le baron de Dietrich, Paris 1786.

Il est superflu de dire qu'il ne faut pas chercher des renseignements géologiques dans cet ouvrage, mais il contient des indications précieuses sur les gîtes minéraux de la chaîne. Le baron de Dietrich l'a parcourue avec une mission spéciale du ministre des finances. Il a sur les contemporains l'avantage d'avoir visité la région à une époque où l'activité industrielle n'avait pas encore complètement disparu, comme c'est le cas aujourd'hui. Il a pu consulter les archives des exploitants. Il est en général très bien renseigné et très précis. On voit qu'il qualifie la dalle de schistes calcaires; on ne saurait mieux dire.

l'église, ces assises, se trouvant au contact d'un pointement de lherzolite, sont transformées en un beau marbre blanc. C'est dans les couches de calcaire noir que Dufrénoy a trouvé les fossiles qui l'ont conduit à les rapporter au Lias.

Rien n'est plus propre à mettre en évidence les difficultés inhérentes aux explorations géologiques dans les Pyrénées, que les conséquences erronées qui ont été tirées de cette découverte. Procédant par voie d'extension latérale et longitudinale, Dufrénoy a en effet attribué au Lias toutes les montagnes calcaires situées au sud de Vicdessos, sur une largeur de cinq mille mètres et il y a compris le col de Saleix, Aulus, partie de la vallée du Garbet et les hauteurs de Mirabat dans celle du Salat, soit une trentaine de kilomètres comptés de l'est à l'ouest. De là, cette grande bande de terrain jurassique qui est figurée sur la carte au $\frac{1}{500.000}$, de là aussi la description qu'a donnée Dufrénoy du fameux gîte ferri-fère du Rancié, en le rapportant au Lias. Comme je me propose de le montrer, c'est la dalle cambrienne qui a fait les frais de cette extension démesurée et c'est sa reconnaissance qui a permis de remettre le Lias à sa place, en le confinant au fond de la vallée et en l'arrêtant aux premières pentes de la montagne de Sem.

J'ai exploré cette montagne à deux reprises. De l'excursion de 1883, dans laquelle j'avais eu pour guide M. l'ingénieur Cousin, j'avais rapporté l'impression que les assises qui renferment le gîte de Rancié présentaient tous les caractères du terrain de transition et que les conclusions de Dufrénoy sur leur âge ne pouvaient dès lors être maintenues. J'y suis retourné en 1886 avec MM. les ingénieurs Beaughey et Nentien. A cette époque j'avais reconnu la dalle comme étant le calcaire métallifère par excellence dans toute l'étendue de la chaîne. J'étais donc persuadé que la mine y était ouverte. C'est, je crois, ce que je suis parvenu à établir pour mes deux compagnons d'excursion. La montagne de Sem étant gazonnée, nous avons dû pour rendre la démonstration probante, atteindre l'entrée de la galerie Sainte-Barbe qui, située près des affleurements, a dû servir à les exploiter. Sur ce point il y a un grand arrachement produit par les tassements des anciens travaux. La roche, qui y est mise à jour sur une surface considérable, n'est autre que la dalle magnésienne la mieux caractérisée.

Le gîte du Rancié rappelle d'ailleurs complètement ceux de la région du Canigou : même nature de minerai, même disposition du gîte en lentille à surfaces très inégales, couchée dans le sens de la stratification, mêmes roches de contact brunâtres, dolomitiques et ferrugineuses.

Il y a donc une faille entre la mine et le fond de la vallée de Viedessos. Que ce soit celle qui est si apparente dans la vallée de l'Ariège entre Ax et les Cabanes et qui obliquerait vers l'ouest à la hauteur de ce dernier village, qu'elle soit plutôt complètement indépendante de celle-ci, comme j'incline à le penser, peu importe. Je remarque qu'elle est très nettement accusée dans l'escarpement abrupte qui constitue le pic de Risoul et domine du côté du sud le chemin de charrette qui conduit de Viedessos à la mine.

Port de Saleix, Aulus. — A Aulus, village situé dans la vallée du Garbet ou d'Erce, à quinze kilomètres de Viedessos, la faille n'est pas moins manifeste. En effet, le terrain cambrien se montre sur le flanc gauche ou méridional de la vallée, tandis que la formation jurassique apparaît sur le versant droit ou septentrional, se reliant vraisemblablement dans cette direction avec les assises de même âge entre lesquelles l'étang de Lherz est encaissé. Il faut en conclure que la faille passe par le port de Saleix qui relie les deux vallées.

Le village d'Aulus est bien connu par les sources minérales qu'on y rencontre. Elles prennent naissance en face du village, au fond de galeries qui permettent d'étudier la composition du sol. De ce côté de la vallée la dalle cambrienne paraît en recouvrement sur des schistes quartzeux noirâtres qui sont relevés presque verticalement. Ils reposent sur des schistes talqueux verdâtres ou jaunâtres renfermant, sous forme d'amandes, des calcaires dolomitiques avec mouches de pyrite de fer qui ne sont autre chose qu'une des dépendances de la dalle (1).

Sur le flanc opposé de la vallée, à Maoupas, il y a une carrière ouverte dans une assise de marbre blanc rempli de cristaux de trémolite et qui rappelle celle de Bouich à Viedessos.

Ce que l'on voit donc très distinctement à Aulus, c'est que, comme dans cette dernière localité, il faut opérer un démembrement dans la bande jurassique de la Carte au $\frac{1}{500.000}$ pour en restituer la plus grande partie au terrain cambrien.

Les mines de galène argentifère des Argentières et de La Quore, figurées sur la carte du Dépôt de la Guerre au sud du Port de Saleix, appartiennent à la dalle en recouvrement sur ce terrain.

(1) Les sources minérales d'Aulus constituent une exception dans la chaîne des Pyrénées. En effet, leur température est à peine supérieure à la moyenne de la contrée et d'un autre côté elles ont, au point de vue de leur gisement, la plus grande analogie avec les sources d'eau douce. Il est manifeste que c'est à la décomposition de la pyrite des amandes de calcaire magnésien qu'elles doivent leur minéralisation qui consiste principalement en sulfates de chaux et de magnésie.

Vallée du Salat, Port de Salau, Val d'Aran, le Montvalier. — Le Port de Salau, situé à l'altitude de 2.052 mètres vers l'extrémité de la vallée du Salat, la met en communication avec celle de la Noguerra Pallaresa et avec toute la partie du territoire espagnol connue sous le nom de Val d'Aran. C'est un des passages les plus fréquentés de la région. Il est dominé du côté du sud par les pics de la Péguille et des Mulats, aux altitudes respectives de 2,450 et 2,728 mètres. Le mont Rouch ferme la vallée à la hauteur de 2.825 mètres.

L'ascension du Port de Salau a été entreprise en compagnie de Mrs les ingénieurs Nentien et Beaughey, d'après quelques indications qui donnaient l'espoir d'y rencontrer la dalle.

Cet espoir n'a pas été déçu. C'est bien en effet la dalle qui forme le sol de la large échancrure correspondant au port. Elle remonte même sur les premières pentes de la Peguille. Dans sa partie inférieure elle est composée de plusieurs bandes séparées par des intercalations schisteuses; mais il y a au sommet une puissante série de couches calcarifères, fissiles. L'épaisseur totale de l'assise ne peut être évaluée au-dessous de 800 mètres. La direction est E.-O. avec une inclinaison très forte vers le nord. A Salau, la dalle est presque exclusivement dolomitique; il y a quelques parties quartzieuses et elle renferme assez souvent des cristaux de pyrite de fer. Elle a une tendance à s'effriter; aussi les affleurements sont-ils recouverts de menus débris de la roche. Le substratum que l'on peut voir à la Peguille et aux Mulats est composé de schistes siliceux et de quartzites. En plongeant vers le nord, la dalle disparaît dans la vallée en amont du hameau de Salau; elle y est recouverte par des schistes noirâtres associés à de petites couches de calcaire marneux de même couleur renfermant de nombreux débris d'encrines. Ces couches, qui tiennent la place du terrain silurien et en ont le faciès, peuvent être suivies jusqu'à Couflens, c'est-à-dire sur une longueur de quatre kilomètres, grâce aux plis multipliés de leur stratification.

D'après la place qu'elle occupe, la dalle qui se montre au Port de Salau appartient à une bande située beaucoup plus au sud que celle du Rancié.

La reconnaissance de cette assise n'a pas été le seul résultat de l'excursion au Port de Salau. Il y en a eu un autre sur lequel je crois devoir appeler l'attention, parce qu'il met en évidence le parti qu'en s'élevant à de grandes hauteurs on peut en tirer pour l'exploration géologique du sol. Sous le climat privilégié des Pyrénées, comparable dans une certaine mesure à celui de l'Espagne, l'air acquiert, surtout à l'automne, une telle transparence, que des

points élevés on embrasse des horizons très étendus. Avec une préparation suffisante on peut, dès lors, saisir tous les détails de la stratification et en tirer des conclusions importantes.

La course faite à la fin d'août 1886 au Port de Salau a été, sous ce rapport, très fructueuse. De cet observatoire latéral et admirablement placé, on embrassait, en effet, la crête dentelée de la chaîne, depuis le Montvalier situé à une petite distance vers le nord-ouest jusqu'au Tuc de Mauberge, où s'opère le recul vers le sud du chaînon occidental des Pyrénées. Un peu en arrière, le val d'Aran était représenté par une série de croupes arrondies et alignées parallèlement à l'axe de la chaîne. Dans l'espace immense que la lorgnette embrassait, la dalle formait plusieurs larges sillons se détachant par leur couleur claire sur le fond sombre des schistes. On distinguait surtout très nettement celui qui, sur le versant opposé de la vallée de la Noguera, correspondait au port, et un autre plus septentrional sur le revers sud du Montvalier.

J'ai fait, il y a une trentaine d'années, une excursion à cette montagne. Parti de Bagnères-de-Luchon, je me suis dirigé par le Portillon sur Bosost et j'ai traversé le val d'Aran dans toute sa largeur. Les notes sommaires que j'ai prises dans cette course et mes souvenirs, qui sont très précis, me permettent de confirmer les observations faites du haut du port de Salau. La partie orientale de cette contrée, à partir de Salardu, appartient tout entière à l'étage inférieur du terrain paléozoïque. Elle est constituée par des roches remplies de quartz et de puissants dépôts de calcaires dolomitiques. C'est dans des dépôts de cette nature que l'on a fait, en 1864, des recherches sur des gîtes de blende. Du Port de Salau, j'en ai revu très nettement la place dans le sillon situé au pied méridional du Montvalier (1).

Ce port se trouve ainsi rattaché par le val d'Aran à la vallée de la Pique où nous avons jugé à propos de placer la coupe typique du terrain Cambrien.

(1) Sur le revers nord de la crête de la chaîne, il y a deux gisements importants de galène argentifère, l'un sur le plateau de Bentaillou, dans la commune de Sentein, l'autre à Uls, territoire de Melles. Nous nous proposons de visiter le premier lorsque nous avons été surpris par l'orage, avec lequel il faut trop souvent compter dans la montagne. A la suite de la première visite qu'il a faite à la mine de Sentein, M. l'ingénieur Nentien nous a fait savoir qu'elle était ouverte dans une assise de calcaire dolomitique de tous points semblable à celle que nous avons vue au Port de Salau. Il en est de même pour Uls qui est dans le prolongement de Bentaillou. Dans toute l'étendue de la chaîne, il y a une relation constante entre les gîtes de cette nature et le terrain cambrien. On pourrait en citer de nombreux exemples.

La partie supérieure de la vallée du Salat, que nous avons parcourue pour nous rendre d'Aulus à Salau, ne saurait nous arrêter bien longtemps. Aux environs du hameau des Mirets, le terrain dévonien commence à se montrer en recouvrement sur la formation silurienne que nous avons suivie jusqu'à Couflens. Près du pont de la Taule, il est couronné par le calcaire amygdalin qu'on exploite dans plusieurs carrières. Un peu au-delà de ces carrières on entre dans la bande jurassique figurée sur la carte au $\frac{1}{500,000}$ qui est là bien près de sa terminaison vers l'ouest. S'il était nécessaire de démontrer combien il est difficile d'extirper une erreur accréditée, on en trouverait ici la preuve. On a continué, en effet, d'attribuer à ce terrain les assises situées sous le château ruiné de Mirabat et à les décrire comme telles, sans remarquer qu'elles ne sont autre chose que le prolongement occidental de celles qui sont mises à jour par les galeries d'Aulus. La vérité est que, comme nous l'avons vu dans cette localité, il faut en faire deux parts, l'une septentrionale, de beaucoup la moins étendue, pouvant être rapportée au terrain jurassique et plongeant dans cette direction sous le terrain crétacé de Seix et d'Oust, l'autre méridionale, ne contenant que des assises paléozoïques et ayant une inclinaison en sens inverse.

Le chaînon oriental des Pyrénées s'arrête au Tuc de Maubermé. En partant des bords de la Méditerranée nous l'avons donc suivi de proche en proche dans toute son étendue. Il convient de faire remarquer qu'en dehors de la vallée de l'Aude, où la dalle disparaît par suite d'une faille, nous n'avons jamais perdu de vue ce précieux horizon. Nous nous proposons de poursuivre notre démonstration, en abordant l'étude du chaînon occidental.

Terrain cambrien disposé à la périphérie du pointement granitique de Néouvieille. — Vallées d'Aure, du Gave-de-Pau et de Bastan, Barèges, Pic-du-Midi de Bigorre. — Cette étude débute par une région où le terrain cambrien couvre un grand espace et acquiert un développement considérable. Comme le montre la carte au $\frac{1}{1,000,000}$ il existe au sud du Pic-du-Midi de Bigorre, entre la vallée d'Aure à l'est et celle du Gave-de-Pau ou de Lavédan à l'ouest, un pointement granitique étendu de forme à peu près rectangulaire. C'est celui qui est connu sous le nom de Néouvieille (vieilles neiges) que porte la chaîne centrale et dont le Pic-Aubert forme le point culminant à l'altitude de 3,092 mètres.

Le terrain cambrien se montre constamment accompagné par la dalle sur les quatre faces de ce pointement. Il y est le plus souvent

profondément métamorphosé par suite de l'intrusion de roches éruptives d'un vert foncé qui sont des porphyrites micacées, d'après la détermination qu'en a faite M. Michel Lévy.

En remontant à partir d'Arreau la vallée de la Neste d'Aure, par la route qui aboutit à Aragnouet, on ne rencontre jusqu'à St-Lary, c'est-à-dire sur une douzaine de kilomètres que des couches appartenant au terrain dévonien, d'où on doit inférer qu'il fait de nombreux plis. Entre Guchan et Vieille-Aure, les montagnes entre lesquelles la vallée est encaissée présentent un singulier aspect. Elles sont constellées de taches noires qui correspondent à autant de galeries de recherches ou d'exploitations ouvertes sur les gîtes de manganèse concédés dans cette région.

Vers St-Lary on recoupe une série de couches de schistes carbonifères qui reproduisent le faciès habituel du terrain silurien. A trois kilomètres au sud de ce village, la Neste, tournant brusquement à l'ouest, entre à Tramezaignes dans un défilé étroit qui se poursuit pendant 2.000 mètres environ jusqu'au dessous du hameau d'Eget. La dalle se montre avec ses caractères typiques sur les deux flancs de ce défilé. A Tramezaignes, elle est de couleur gris de fumée, avec de nombreux cristaux de pyrite de fer. Sous Eget, où elle est recoupée par un filon de porphyrite, c'est une dolomie cristalline à petites facettes qui ne diffère de la roche de la Butte du Trésor que par les taches brunes provenant de la décomposition de la pyrite qui y est abondante. Sur ce point la dalle est superposée à des schistes talqueux verdâtres ou jaunâtres et à des grauwackes grises ou noirâtres renfermant de petites paillettes de mica blanc. Elle plonge vers le nord.

A Castets, où j'ai dû m'établir, pendant une demi-journée, avec mes deux compagnons d'excursion, MM. les ingénieurs Nentien et Beaughey pour traverser le lendemain les montagnes de Néouvielle et rattacher ainsi la vallée d'Aure à celle de Bastan, on se trouve sur le flanc méridional du massif granitique. Ce hameau est au centre d'un cirque de hautes montagnes schisteuses, très ardues, parmi lesquelles on distingue, vers l'ouest, les pics Méchant et Long et ceux de Cambieil et des Aiguillons. C'est à Castets que débouche par le vallon de Couplan la Neste d'Aure, déversoir des lacs de Néouvielle, dont le dernier, celui d'Orrédon, a été barré pour régulariser le débit de cette rivière et assurer l'alimentation du canal qui porte son nom. Près de ce hameau elle reçoit la Gêla, torrent qui descend vers le nord de la crête des montagnes situées à l'est du cirque de Troumouse. En le remontant par Aragnouet,

Chaubère et le Plan, jusqu'au dessus des granges de Gerbats situées assez haut dans la vallée, on obtient une bonne coupe des montagnes de la région.

On a pu s'assurer ainsi que si, dans leurs parties élevées, elles sont siluriennes, comme cela paraît avoir lieu au port de Cambieil d'après une observation de Durocher, ou même dévoniennes comme cela arrive aux Cornes de Barada, où M. de Pinteville a signalé pour la première fois l'horizon fossilifère par lequel ce terrain débute (1), leur base est tout entière cambrienne. On n'y rencontre, en effet, que des roches appartenant à ce terrain et notamment des schistes lustrés verdâtres ou jaunâtres, associés entre le Plan et Castets à des quartzites en bancs très puissants. Par suite du plissement des couches les affleurements de la dalle se montrent à plusieurs reprises dans l'espace parcouru. Ils paraissent une première fois au-dessous des Gerbats à l'état de marbre blanc, zoné, par suite de leur contact avec de nombreux dykes de porphyrite. C'est également la dalle qui constitue plus haut la montagne de la Gêla. Elle ferme également la vallée vers la crête de la chaîne d'où elle se rattache aux escarpements du cirque de Troumouse.

Dans le vallon de Couplan, par lequel on monte de Castets à Néouvieille, on ne compte pas moins de trois récurrences des affleurements de la dalle.

Dans la vallée de Lavédan, sur le flanc occidental du massif granitique, on peut faire la même observation. Entre Luz et Trimbareilles, tout le fond de cette vallée appartient au terrain cambrien. Il y est représenté par des schistes siliceux auxquels sont associés les schistes maclifères de Pragnères et des quartzites en gros bancs que l'on voit notamment au pont de Sia. La dalle se montre à une petite distance au sud de ce point près du pont d'Arroucat; mais elle est surtout très développée au débouché de la vallée dans le bassin de Luz. Elle forme en effet le sol sur lequel s'élève la jolie petite ville d'eau de St-Sauveur, d'où elle s'avance vers la chapelle de Solférino. Sous la station le Gave coule au fond d'un gouffre, comme cela arrive constamment quand il rencontre la dalle.

Au nord du massif granitique, les observations sont plus difficiles. Aux environs de Barèges, le fond de la vallée du Bastan est recouvert par un puissant dépôt de boues glaciaires qui s'étend vers le col du Tourmalet et permet bien rarement de voir la roche vive en place. Toutefois, en montant à ce col, un peu au-dessus de l'établissement thermal, on aperçoit très distinctement quelques assises

(1) *Bulletin de la Société géologique*, Tome 1^{er}, 2^{me} série, page 137.

de la dalle dans le fossé qui borde la route. Comme elles sont là relevées presque verticalement, elles se présentent sur leur tranche, qui est la face caractéristique. On n'a donc aucune peine à les reconnaître.

Nous avons également rencontré la dalle au col d'Escoubous, par lequel on débouche du pointement granitique de Néouvieille dans la vallée du Bastan.

Dans le massif du Pic-du-Midi de Bigorre, les roches sédimentaires ont été tellement modifiées par le métamorphisme de contact dû à de nombreux pointements de granulite et de porphyrite, qu'on a quelque peine à les reconnaître. Ainsi les schistes de l'étage cambrien passent presque constamment aux micaschistes. C'est ce qui a engagé de Charpentier à en faire une formation indépendante sous la dénomination de schistes micacés dans la carte jointe à son Essai sur la constitution géologique des Pyrénées. Sans adopter cette conclusion, il faut tenir compte, dans la classification des roches, des altérations qu'elles ont subies. C'est ainsi que nous avons cru devoir rapporter à la dalle l'assise renversée vers le nord, au-delà de la verticale qui forme le sommet du Pic-du-Midi. Elle est formée par une dolomie grenue, grisâtre, et remplie de paillettes de mica. Sur la tranche, l'aspect zoné propre à la dalle, est très apparent; mais les feuillets, au lieu d'être rectilignes, sont extrêmement contournés. Cette roche est en contact avec une granulite presque exclusivement constituée par le mica blanc.

Montagne de Coumelie, Gèdre et Gavarnie. — Des environs de Luz et de Saint-Sauveur, le terrain cambrien s'étend vers le fond de la vallée de Lavédan par Gèdre et Gavarnie, et il ne disparaît en plongeant sous des assises plus récentes qu'au pont situé sur le chemin de ce village au Cirque. A partir de Gèdre, il ne se trouve plus en relation avec le massif de Néouvieille, mais bien avec le pointement de gneiss et de micaschiste granulitique qui constitue la montagne de Coumelie plus connue sous le nom de Chaos. Cette montagne est en effet le centre d'un relèvement qui fait plonger les assises cambriennes de Gèdre vers le nord, et celles de Gavarnie dans le sens opposé.

La dalle magnésienne se montre encore avec beaucoup d'évidence sur les deux flancs de ce petit massif cristallophyllien. Du côté du nord on la rencontre dans la montagne à laquelle Gèdre-Dessus est adossé, et un peu plus au sud, elle forme la *Penne-Blanche* qui domine le chemin conduisant de ce village à Héas et au cirque de Troumouse. Vers le sud elle couronne, en recouvrant des schistes verts lustrés, toutes les hauteurs qui dominent Gavarnie. C'est elle

notamment qui constitue le *Pain-de-Sucre*, la *Penne-Blanche* au-dessous du Pimené et le plateau de la montagne de Mourgat à l'ouest de ce village. En plongeant vers le sud, elle disparaît sur le chemin du Cirque près du pont sur le Gave au lieu que la carte du Dépôt de la Guerre désigne sous le nom caractéristique de *Peyreblanche* (Pierre blanche). Comme on peut le remarquer, la dalle a été parfaitement jalonnée comme horizon par les montagnards de Gèdre et de Gavarnie, bien avant que j'en aie reconnu l'existence.

Vallée de Cauterets. Le Limaçon. — La route de Pierrefitte à Cauterets, d'une longueur totale de 10 kilomètres, remonte d'abord la vallée de ce nom avec une pente déterminée par celle du Gave qu'elle longe constamment. Parvenue à moitié chemin, elle se trouve subitement en face d'un obstacle. La vallée, jusque-là ouverte dans des schistes peu consistants et qui ont été facilement dénudés, est barrée transversalement par une roche dure, formant une digue qu'il faut franchir. La route n'y parvient qu'en s'élevant péniblement au moyen de nombreux lacets entaillés dans la roche, après quoi elle reprend sa première allure, encaissée jusqu'à sa destination dans une nouvelle série de terrain schisteux.

La carte du Dépôt de la Guerre a reproduit la dénomination très caractéristique de *Limaçon* sous laquelle le passage de cette sorte de défilé est connu dans le pays. La roche dure qu'on y rencontre n'est autre que le calcaire dolomitique dont nous suivons la trace à travers toute la chaîne. On n'en saurait douter, car elle en présente tous les caractères. Elle est grenue, grisâtre et on voit sur sa tranche la structure rubannée, typique. Sur de nombreux points, l'affleurement du Limaçon, qui n'a pas moins de 7 à 800 mètres de puissance, est à l'état de dolomie; on y trouve même des cristaux de cette espèce. Il plonge vers le nord, légèrement vers l'est, sous un angle considérable. Les schistes des environs de Cauterets, sur lesquels il repose, sont superposés au granite de Peguère; ils reproduisent le faciès cambrien. Ceux qui recouvrent le calcaire dolomitique dans la direction de Pierrefitte, présentent, au contraire, tous les caractères des schistes siluriens. A quelques centaines de mètres au nord du Limaçon, on y constate la présence de quelques gros bancs de quartzite en saillie à la surface des deux flancs de la vallée et qu'on est habitué à rencontrer à ce niveau dans le terrain silurien.

Nous ne saurions quitter la vallée de Cauterets sans faire remarquer que le terrain crétacé n'existe pas sur les hauts plateaux entre lesquels elle est encaissée. Il n'y a donc pas ici de confusion

possible et, par conséquent, aucune matière à discussion. Cette observation ne manque pas d'importance. En effet, la roche du Limaçon est exactement sur le prolongement rectiligne de la puissante assise de même nature qui s'étend sans discontinuité sur une longueur de 20 kilomètres depuis Barthègue, aux environs du col d'Arrietort à l'ouest, jusqu'à la roche Bazen, à la naissance de la vallée de Ferrières vers l'est. Elle n'est séparée de cette dernière que par une distance de 15 kilomètres comptés horizontalement. Nous avons la conviction que les explorations à entreprendre dans les vallées intermédiaires de Bun et d'Arrens auront pour effet de combler cette lacune et de raccorder la roche Bazen au Limaçon. On pourra alors se rendre en ligne droite d'Arrietort sur ce dernier point sans perdre la dalle de vue. C'est déjà une forte présomption en faveur de l'attribution du calcaire dolomitique des Eaux-Bonnes au terrain cambrien. Mais nous ne la signalons qu'accessoirement et pour mémoire, tant les arguments que nous avons à produire à l'appui de cette conclusion sont nombreux et décisifs.

Vallée d'Ossau. Eaux-Bonnes et Eaux-Chaudes. Barthègue et la roche Bazen. Plateaux de Gouts et d'Anouillas. Pic de Ger. — En entrant dans la vallée d'Ossau, où nous sommes naturellement conduit, nous ne pouvons oublier qu'il ne nous suffit plus de continuer notre description. Il faut, en effet, répondre à la note de M. OEhlert sur les terrains paléozoïques des environs des Eaux-Bonnes, puisque tel est le but que nous avons eu en vue en publiant nos observations sur le système cambrien des Pyrénées. Nous éprouvons toutefois un certain embarras. Nous aurions désiré trouver dans la note une conclusion ferme qui eût facilité notre tâche, en nous mettant en face d'une solution bien définie. Telle n'est pas, tant s'en faut, la situation.

Qu'est-ce, en effet, pour M. OEhlert, que le calcaire dolomitique auquel la station des Eaux-Bonnes est adossée et dont la gorge du Hourat située un peu à l'ouest met en évidence l'énorme puissance. En faisant une hypothèse contre laquelle proteste la stratification si nette de cette partie de la vallée d'Ossau, il est amené à conclure qu'il pourrait bien être carbonifère comme le marbre de Geteu, quoiqu'il n'en reproduise pas le faciès minéralogique (1). D'un

(1) D'après M. OEhlert, en débarrassant le terrain pour la construction de l'hôtel des Princes, on aurait trouvé du calcaire saccharoïde blanc, analogue à celui de Louvie. Il s'est appuyé sur ce fait pour attribuer au terrain carbonifère le calcaire dolomitique des Eaux-Bonnes.

Dans notre dernière excursion, nous avons pénétré dans l'arrière-cour de cet hôtel,

autre côté, à la suite de l'examen que M. Nicholson a fait de deux échantillons de polypiers recueillis derrière l'église des Eaux-Bonnes et trop mal conservés pour résoudre la question, il a cru y voir un *Favia* ou quelque autre genre voisin et, sans rien affirmer, il le suppose d'âge mésozoïque. Si le fait était confirmé, ajoute M. OEhlert, l'assise pourrait bien n'être pas autre chose que le calcaire à *Hippurites* des Eaux-Chaudes.

A mon sens, les deux assimilations ne sont aucunement fondées. Elles sont l'une et l'autre purement hypothétiques et complètement erronées.

Plaçons de suite, en regard de ces conclusions, la thèse dont nous nous proposons de faire la preuve.

Les relations de position des assises paléozoïques qui constituent la partie centrale de la chaîne ne sont nulle part plus nettes que dans la partie de la vallée d'Ossau comprise entre les Eaux-Chaudes et Louvie-Soubiron. Ces assises sont toutes alignées parallèlement à l'axe des Pyrénées et elles plongent vers le nord un peu est. Si, prenant pour point de départ le massif de granite amphibolique des Eaux-Chaudes, on marche dans cette direction, on doit donc les rencontrer toutes dans l'ordre de leur superposition. Et de fait, comme nous l'avons vu jusqu'ici, à une exception près qui a été expliquée, le granite est recouvert par les schistes de l'étage de St-Lô que couronne le calcaire dolomitique des Eaux-Bonnes et du Hourat. C'est la dalle dont nous venons de constater l'existence à

où la tranchée faite pour la construction est restée dans son état original. Il nous a été impossible d'y voir autre chose que la dalle sous forme de petites couches parallèles présentant d'ailleurs le même aspect qu'à l'origine de la promenade horizontale qui est peu distante de l'hôtel. Comme M. OEhlert le constate lui-même avec beaucoup de raison, ce faciès n'est nullement celui de la carrière de marbre statuaire blanc de Louvie d'où on a tiré des blocs énormes. Mais admettons pour un instant que l'assimilation soit complètement exacte, quelle conclusion pourrait-on en tirer ? Est-il nécessaire de rappeler ici, qu'à la suite de la découverte par Coquand des fossiles de Geteu, on n'a pas manqué de voir du Carbonifère dans tous les marbres blancs des Pyrénées. Il a lui-même contribué plus que personne à la propagation de cette idée en déclarant carbonifères les marbres de Gabas, de Saint Bât par le seul fait de leur ressemblance avec le marbre de Louvie, et en dehors de toute considération stratigraphique.

Le procédé dont on a abusé est aujourd'hui complètement discrédité. Pour montrer ce qu'il vaut, il suffit de rappeler que le marbre de Louvie est un simple état métamorphique. Pour voir le faciès normal du calcaire carbonifère dans les Pyrénées, il faut remonter la vallée d'Ossau jusqu'au Pic du Midi, qui est un orthophyre. Dans le voisinage de cette roche éruptive il est très développé et à l'état de calcaire noir sillonné par de larges filets de spath blanc ; il forme des bancs très puissants. Et c'est sous ce faciès qui est normal qu'il se présente généralement dans les Pyrénées.

cette place dans toute l'étendue de la chaîne. Le terrain silurien se montre ensuite avec ses schistes ampéliteux, et dans la vallée du Valentin il remonte jusqu'au village d'Aas. Le terrain dévonien, très développé, du moins dans ses assises inférieures, lui succède; il forme le sol de la plus grande partie de la Montagne verte et il s'avance jusqu'à Bagès dans la vallée du Canceigt. Enfin sur le flanc droit de cette vallée, le calcaire carbonifère apparaît à sa place dans la carrière de marbre blanc située au-dessus du village de Louvie-Soubiron. Il fait pendant à l'affleurement de Geteu qui se trouve de l'autre côté du Gave et où Coquand a trouvé les fossiles caractéristiques de l'assise.

Quant au terrain crétacé, s'il est vrai qu'il existe dans la région, il ne l'est pas moins qu'on en a considérablement exagéré l'importance. Nous verrons plus loin le rôle qu'il y joue.

Pour nous préparer à la rédaction de cette note, nous avons tenu à retourner sur les lieux. Ce n'est pas que nous ayons un seul instant mis en doute l'attribution du calcaire dolomitique des Eaux-Bonnes au terrain cambrien. Mais il était indispensable de vérifier sur place certaines assertions de M. OEhlert qui nous paraissaient bien hasardées. D'un autre côté, nous avions à cœur d'étendre nos explorations dans ces montagnes. Du côté de l'est, nous avons doublé le col d'Aubisque pour aller reconnaître la roche Bazen qui n'est autre chose que le prolongement du calcaire dolomitique au-delà du col de Tortes. A l'ouest de Laruns, nous avons fait plusieurs courses dans le massif montagneux au-dessous du pic Bareilles sur le chemin du col de Seist. De ce côté nous avons été toucher la dalle à Barthèque, non loin du col d'Arrietort par lequel on accède à la vallée d'Aspe et où on a exploité une mine de cuivre. Nous avons également pour objet de constater la présence du terrain silurien en recouvrement sur l'ardoisière de Laruns qui se trouve au bas du chemin du col. Si nous ne sommes pas parvenus à découvrir le calcaire à *Cardiola interrupta* qui ne se trouve dans les Pyrénées que par places isolées et trop peu nombreuses, nous avons du moins reconnu dans cette région et notamment sur le chemin d'Arrietort et sous le pic Bareilles, les roches les plus caractéristiques de ce terrain. Parmi celles-ci figure la roche éruptive à laquelle Leymerie a donné le nom d'eurilite et qui n'est autre chose qu'une granulite euritique, remplie de petits cristaux de pyrite de fer. Comme elle est associée au terrain silurien tant aux Arguts, dans la vallée de la Garonne, qu'au passage à niveau d'Anos, dans celle de la Pique, sa présence dans la région a donné lieu à un rapprochement intéressant. D'une manière géné-

rale, nous considérons comme faisant partie du terrain silurien, toute la série des schistes ampéliteux avec petites couches de calcaire noir à encrines qui se trouve au-dessous de l'horizon du *Pleurodyctium problematicum*, signalé par M. OEhlert dans l'ardoisière au nord-ouest d'Aas. Nous le faisons remonter dès lors jusqu'au village de ce nom et à Aubisque jusqu'à la moitié au moins de la rampe qui, de Gourette, monte au col. Ainsi déterminé, on ne saurait évaluer à moins de 7 à 800^m l'épaisseur de ce terrain qui se montre dans toute la région en recouvrement sur le calcaire dolomitique des Eaux-Bonnes.

La note de M. OEhlert met bien en évidence les raisons qui l'ont engagé à contester l'existence de ce terrain dans la région. Il a imaginé de former avec le dévonien de la Montagne Verte un pli anticlinal qui serait couché sur le calcaire dolomitique, et pour donner quelque crédit à cette hypothèse, il a admis que le calcaire amygdalin se montrait au bas de cette station sur les bords du Valentin, derrière la marbrerie. Il faut reconnaître qu'il serait là dans une bien singulière position, étant donné que l'assise inférieure du terrain dévonien se montre un peu plus haut à flanc de coteau dans l'ardoisière d'Aas à laquelle il a été fait allusion. La marbrerie des Eaux-Bonnes est adossée, comme la station, aux assises supérieures du calcaire dolomitique et c'est dans une de ces assises rappelant la dolomie de la Butte du Trésor, mais un peu plus agrégée, qu'est ouverte la petite carrière que l'on voit sur ce point.

C'est d'ailleurs au moyen d'une hypothèse qui n'est nullement justifiée que M. OEhlert est arrivé à construire son pli anticlinal. On n'observe nulle part le renversement auquel il a eu recours et l'inclinaison des couches, qui est constamment vers le nord, s'y oppose d'une façon absolue.

Il est donc impossible d'admettre sa conclusion qui tendrait à rajeunir la dalle et à en faire soit du calcaire carbonifère, soit de la craie.

C'est dans une excursion faite aux Eaux-Chaudes en compagnie de M. Bertrand que nous avons reconnu pour la première fois le niveau de cette remarquable assise. Il convient de montrer comment nous y avons été conduit.

En arrivant à cette station, après avoir traversé le défilé du Hourat et en voyant un peu plus loin le calcaire à Hippurites déposé à la surface du granite, les deux assises semblant se toucher et se confondre, nous avons eu tout d'abord quelque peine à établir entre elles une démarcation. Mais le lendemain après l'excursion des Eaux-Chaudes aux Eaux-Bonnes par le col du Gourzy, il ne pouvait

rester aucun doute sur la distinction à établir entre elles. Voici en effet les observations que nous avons faites dans cette course.

Le sentier du col du Gourzy est figuré sur la carte du Dépôt de la Guerre. Il s'élève, suivant la direction E. O. d'abord sur le granite des Eaux-Chaudes, puis sur les gros bancs de craie marneuse et bitumineuse qui forment le flanc droit de la vallée. On reste dans ces bancs jusqu'à la lisière de la forêt, c'est-à-dire jusqu'à 1.400 mètres d'altitude environ. A partir de ce point, toute trace de craie disparaît sur le chemin et on n'y trouve plus que des schistes quartzeux plongeant fortement vers le nord. Ils constituent manifestement le substratum du calcaire du Hourat dont on distingue les affleurements formant dans cette direction la crête de la montagne de Gourzy. Parvenu au col on traverse le plateau obliquement et l'on arrive sans quitter l'assise schisteuse à la cabane qui s'élève au sud des Eaux-Bonnes à la rencontre des chemins du pic de Ger et de celui qui conduit au col de Lurdé.

C'est près de là que l'on retrouve l'affleurement du calcaire du Hourat et que l'on constate sa superposition à stratification concordante sur cette assise. On marche ensuite sur les tranches du calcaire et l'on descend aux Eaux-Bonnes par la promenade Jacqueminot, qui n'est autre chose qu'une série de lacets entaillés dans cette roche et disposés pour faciliter aux baigneurs l'accès du plateau.

Pour voir comment le calcaire est recouvert, on n'a que l'embaras du choix. En effet, soit que l'on descende des Eaux-Bonnes au Valentin et que l'on traverse le pont du chemin d'Aas pour se diriger vers ce village, soit qu'à l'extrémité de la promenade horizontale on rejoigne la route rectifiée qui monte à cette station, soit enfin que l'on débouche en face de Laruns par l'ancien chemin du Hourat, on constate partout la présence de schistes noirs ampéliteux en superposition sur l'assise et il est impossible de ne pas rapporter ces schistes au terrain silurien. La coupe de la montagne entre les Eaux-Chaudes et les Eaux-Bonnes paraîtra décisive à tout esprit non prévenu. Elle montre en effet que la puissante assise de calcaire dolomitique est encastrée entre deux systèmes de schistes paléozoïques. Quant aux bancs de craie recoupés dans la forêt qui domine les Eaux-Chaudes, il est manifeste qu'ils n'ont aucune profondeur et qu'ils ne sont là qu'à l'état de simples placages, masquant l'assise schisteuse qui se continue dans la profondeur.

On peut faire, mais avec plus de facilité, la même observation sur le petit plateau de Gouts, situé de l'autre côté, à 200 mètres au-dessus du fond de la vallée. Quand on y accède on reconnaît qu'il

est dominé de toutes parts par les schistes siliceux cambriens auxquels le calcaire dolomitique est superposé et qui forment là des escarpements abrupts.

La stratigraphie démontre donc que la dalle ne saurait être confondue avec le calcaire crétacé, puisque la craie à hippurites qui recouvre le plateau s'arrête à la base du cirque formé par ces escarpements.

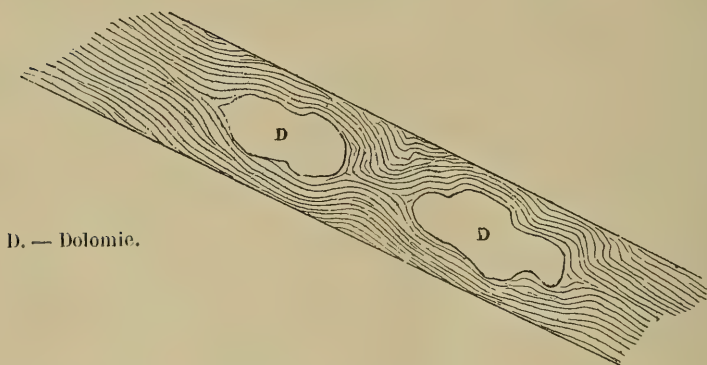
Si à l'appui de cette distinction on voulait apporter un supplément de preuves on les trouverait dans les résultats de la comparaison que l'on peut faire en envisageant les deux assises sous leurs divers aspects.

Au point de vue du faciès minéralogique, le contraste est frappant et il exclut tout rapprochement. Aucune des couches de la craie ne reproduit en effet le caractère éminemment cristallin de la dalle et surtout son rubanement qui la spécifie.

En considérant les deux formations dans leur ensemble, on arrive à y reconnaître d'autres différences capitales. Sur le flanc droit de la vallée des Eaux-Chaudes, par exemple, les affleurements de la craie se présentent sous la forme de gros bancs. Au sommet du Gourzy, ceux de la dalle constituent au contraire de petites corniches alternativement rentrantes et saillantes qui sont bien en rapport avec la division de l'assise en strates minces. C'est ce que l'on voit très bien du plateau de Gouts, situé sur le versant opposé de la vallée.

Puisqu'il s'agit du faciès minéralogique, c'est ici le lieu de reproduire le croquis (fig. 1) que j'ai pris dans la tranchée de la promenade

Fig. 1.



D. — Dolomie.

horizontale des Eaux-Bonnes, en face du chalet Lanusse. On y voit le rubanement de la dalle, d'habitude rectiligne et parallèle au plan de la stratification, reproduire toutes les sinuosités des nodules

de dolomie empâtée dans une assise de calcaire magnésien. Ce croquis est une reproduction exacte d'une des figures jointes au mémoire de Durocher et qui a été relevée dans la vallée de l'Essera, au pied de la Maladetta.

La différence dans la composition chimique est une seconde considération à l'appui de la distinction à établir entre les deux assises. La craie est presque constamment calcaire et la dalle toujours magnésienne et assez souvent à l'état de dolomie (1).

Sous le rapport de la puissance, les deux formations ne sont pas davantage comparables. On ne peut pas évaluer à moins de mille mètres l'épaisseur de la dalle dans la région des Eaux-Bonnes. Si on considère qu'il y a trois kilomètres comptés normalement à l'assise entre la grande tranchée située sur l'ancien chemin du Hourat où la dalle commence à paraître et l'entrée des Eaux-Chaudes où elle finit, on serait même conduit à lui attribuer 2,000 mètres, en admettant une inclinaison de 45°. C'est beaucoup trop. Dans ma dernière excursion, en examinant avec attention, de la promenade horizontale, les roches du Hourat que l'on voit de profil, je crois avoir trouvé l'explication de cette épaisseur manifestement exagérée. Elle résulterait d'une inflexion de l'assise vers le nord sur ce point. On reconnaît que les couches correspondant à la partie septentrionale de la gorge se trouvent en saillie sur l'alignement général qui, de la Roche-Bazen aux Eaux-Bonnes, est absolument rectiligne.

Sans supputer la puissance que peut avoir la craie dans sa situation normale, c'est-à-dire au débouché de la montagne dans la plaine, je suis disposé à penser qu'on en a beaucoup exagéré l'importance dans les montagnes de la vallée d'Ossau. Elle ne s'y montre en effet que par lambeaux qui sont bien loin de représenter la formation entière et dont l'épaisseur est très réduite. A Gouts elle n'a pas plus de 150 mètres et 300 sur le revers opposé de la vallée. Elle n'est guère plus développée sur les hauts plateaux et au Pic de Ger.

La discordance de stratification est encore une raison à l'appui de la distinction à établir entre les deux terrains. Dans la région des Eaux-Bonnes la dalle et les schistes auxquels elle est superposée sont alignés suivant la direction de la chaîne et ils plongent constamment vers le nord, un peu est, sous un angle considérable. La craie qui, dans les hauts plateaux, est en recouvrement sur tous les terrains, notamment sur le Trias du col de Lurdé, a des inclinaisons variables. Dans la plaine d'Anouillas, elle est dirigée

(1) En montant au plateau de Gouts, j'ai reconnu une couche dolomitique à la base des assises crétacées que le chemin recoupe. Mais c'est une roche bitumineuse, extrêmement fétide par percussion et qui, sous le rapport de la texture, ne saurait être comparée à la dalle. Le banc n'a d'ailleurs que deux à trois mètres d'épaisseur.

N. 20° E. et elle plonge vers le nord-ouest, c'est-à-dire vers la vallée des Eaux-Chaudes, où elle descend.

Parmi les motifs qui militent pour que les deux assises ne soient pas confondues, aucun n'a autant de valeur que celui qui est tiré de la présence ou de l'absence des fossiles. Il y a, sous ce rapport, un abîme entre les deux terrains. Aussi comprend-on difficilement qu'on ait pu les rapprocher. Il y a plus d'un siècle que Palassou a signalé l'existence de fossiles dans le plateau de Gouts. La découverte de Coquand au Pic de Ger, à Arcizette et dans la plaine d'Anouillas est, il est vrai, beaucoup plus récente; mais, sur tous ces points, la craie est tellement remplie de fossiles que, comme Coquand l'explique dans sa note (1), quelques coups de marteau lui ont suffi pour en faire une ample récolte. De mon côté, en traversant cette plaine pour me rendre au col de Lurdé, j'ai reconnu que le chemin est littéralement pavé d'Hippurites. Voici, d'autre part, une assise qui, entre la roche Bazén et Barthègue, est à jour sur 20 kilomètres de longueur, sur 7 à 800 mètres de hauteur et dont les affleurements forment, dans toute cette étendue, une seconde bande de 1000 mètres de largeur; elle est traversée sur toute son épaisseur par plusieurs gorges : Hourat, Pas-de-Balour, etc.; les carrières qui y sont ouvertes se comptent par centaines. Pour justifier l'attribution de cette assise au terrain crétacé, il n'y a pas autre chose qu'un polypier indéterminable. A mon sens, rien n'est plus propre à mettre en évidence l'inanité des efforts tentés pour identifier les deux assises que cette compensation dérisoire.

Il n'est pas hors de propos de connaître l'opinion de Coquand sur la question en litige. L'auteur de la découverte de l'étage provençien sur les hauts plateaux des Eaux-Bonnes a manifestement acquis le droit d'être entendu. En lisant sa note on reconnaît qu'il n'a pas fait une étude méthodique de la région. La dalle, n'étant pas fossilifère, ne paraît pas l'avoir beaucoup intéressé. Toutefois, il s'est bien gardé de la confondre avec le terrain crétacé. J'en trouve la preuve dans le passage suivant de sa note que je transcris textuellement en rectifiant toutefois l'orthographe de quelques noms de lieux qui est trop incorrecte : « Nous descendîmes sur les Eaux-Bonnes après treize heures de marche par le Pas de-Balour qui glisse entre le Pic de Couve ou Pambassibé et celui de Brèque et ne quitte plus le *terrain de transition*. » Or, la gorge de Balour recoupe la dalle dans toute son épaisseur.

(1) *Bulletin de la Société géologique*. Tome XXVII, 2^e série, 1869-70.

Le Labourd. Pas de Roland. — En parcourant les Pyrénées de l'est vers l'ouest, le granite des Eaux-Chaudes est le dernier grand pointement cristallophyllien que l'on rencontre dans la chaîne. A partir de la vallée d'Ossau, le terrain cambrien qui y est constamment associé, ne se montre plus avec le même développement. Nous ne saurions dire si la dalle existe au fond de la vallée du Saison dans le pays de Soule, où au-dessus de St^e Engrace et de Larrau il y a des schistes à faciès cambrien. A l'origine nos explorations ont marché de l'ouest vers l'est et, comme nous l'avons expliqué, c'est aux Eaux-Chaudes que nous avons reconnu pour la première fois ce précieux horizon. Mais, grâce aux persévérantes études de M. l'ingénieur Gindre, il a été mis depuis longtemps à jour dans la petite région du Labourd qu'il habite, et c'est à ses investigations que nous devons certainement la reconnaissance de la dalle dans ces parages, car son épaisseur est bien réduite. On sait qu'à la hauteur de Cambo il y a sur les bords de la Nive un petit massif cristallophyllien dans une position bien anormale, car il est à une grande distance au nord de l'axe de la chaîne, et il touche à la plaine. Il est composé de gneiss et de micaschistes que recoupent de nombreux filons de granulite. Sur son versant méridional, à proximité du chemin d'Itsatsou à Louhossoa, il renferme un gîte de cipolin. Dans cette même direction, un peu au sud du premier village, il est recouvert par une série de roches dures que la Nive traverse dans un défilé étroit, connu sous le nom de Pas de Roland. Enfin, à l'extrémité méridionale de ce défilé s'ouvre dans la direction du sud-ouest le petit vallon de Latxia.

Les roches dures du Pas de Roland appartiennent à l'étage des schistes et phyllades de Saint-Lô. Elles plongent vers le sud dans l'ordre suivant :

1^o Quartzites, phyllades et schistes satinés noirâtres, avec macles dans l'assise schisteuse inférieure ;

2^o Schistes ardoisiers, satinés, à séricite, gris verdâtres ;

3^o Calcaire dolomitique jaunâtre en petites couches ;

4^o Grès quartzite formant le sommet du Mondarrain.

Dans le fond de la vallée de Latxia on peut suivre l'affleurement de calcaire dolomitique jusqu'à la petite cascade formée par le ruisseau. Il se montre notamment au Moulin de Olla (vieille forge), au débouché de la vallée dans celle de la Nive, puis à Licarraga. On le trouve également à mi-hauteur près des maisons Varrola et Prédonia. C'est un calcaire jaunâtre à grains fins, en petites assises plates, qui rappellent complètement la dalle, et sont bien à son niveau.

Il n'est pas sans intérêt d'en constater la présence dans la vallée de la Nive, la dernière de celles de quelque importance que l'on rencontre, quand on parcourt les Pyrénées de l'Est vers l'Ouest. Nous croyons donc avoir pleinement justifié les conclusions de la note de 1887.

M. Jacquot(1) présente une seconde note intitulée : *Sur les couches dites Crétacé inférieur, des environs de Sougraines*. L'auteur maintient ses conclusions : Les assises les plus caractéristiques du Keuper, à savoir la dolomie moyenne, le grès avec son combustible pyriteux et les marnes versicolores, se montrent très bien à leur faciès qu'il faut connaître. Les quartz bipyramidés, tant par leur volume que par leurs formes, sont des échantillons de collection. Enfin le banc de sel auquel la source emprunte sa salure, se trouvant sous le grès, est au niveau des gîtes des vallées de la Seille et de la Meurthe.

(1) Cette note, n'ayant pas été remise au Secrétariat de la Société en temps utile, sera publiée à la suite d'une séance ultérieure.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

RÉUNION EXTRAORDINAIRE DE LA SOCIÉTÉ A CLERMONT-FERRAND ET AU MONT-DORE

Du 14 au 22 Septembre 1890.

Les Membres de la Société qui ont pris part aux travaux de la réunion sont :

MM. ALMERA (Jaime),
AUGÉ,
BARROIS,
BAYLE,
BERGERON,
BERTRAND (Marcel),
BERTRAND (Léon),
BOULE,
BOURGERY,
CHAIGNON (de),
CHIBRET,
COLLOT,
DIDELOT,
FERRAND DE MISSOL,
GAUTIER,
GOSSELET,

MM. GROSSOUVRE (de),
LAMOTHE (de),
LANGLASSE,
LE MARCHAND,
MARTIN (David),
MICHEL LÉVY,
MOURET,
PISSOT,
RAYMOND,
TABUTEAU,
TARDY,
TERMIER,
THIÉRY,
THOMAS,
VÉLAIN.

Les personnes étrangères à la Société qui ont suivi les excursions sont :

MM. AUGÉ,
BERNARD,
BIÉLAWSKI,
BOFFILL,
BOREL,
BRUYANT,
CAULLERY,
DEMARTY,
DUMAS,

MM. FREDET,
GENTON,
GLANGEAUD,
GONNARD,
LABORDE,
LONGCHAMBON,
MESNIL,
NICAISE,
TERMIER.

LISTE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS

RELATIVES A LA RÉGION VISITÉE PAR LA SOCIÉTÉ (1)

1605. **Banc** (Jean). — *La Mémoire renouvelée des Merveilles des Eaux naturelles*. Paris, 1605.
1671. **Duclos**. — *Observations sur les Eaux minérales de plusieurs provinces de France*. Mém. de l'Ac. des Sc., t. IV, p. 43, 1671.
1733. ***. — *Relation de ce qui est arrivé au village de Pardines, près Issoire, en Auvergne, les 24 et 25 juin 1733, par l'écroutement de la montagne sur laquelle il était situé*. Clermont, 1733, in-4°.
1739. **Le Monnier**. — *Observations d'Histoire naturelle faites dans les provinces méridionales de la France*. In-4°.
1752. **Guettard**. — *Mémoire sur quelques montagnes de la France qui ont été des volcans*. Mém. Acad. des Sc., 1752, p. 27.
1759. **Guettard**. — *Mémoire sur la Minéralogie de l'Auvergne, avec carte*, Mém. de l'Acad. des Sc., 1759, p. 538.
1768. **A. D. P.** — *Dissertation sur l'arcade et le mur formés par les eaux minérales de Saint-Alyre (Auvergne)*. Clermont, 1768, in-8°, 2^e éd., 1822.
1771. **Desmarest**. — *Mémoire sur l'origine et la nature du basalte à grandes colonnes polygones déterminées par l'histoire naturelle de cette pierre observée en Auvergne*. Mém. Acad. des Sc., 1771, p. 705.
1771. **Pazumot et Dailley**. — *Carte d'une partie de l'Auvergne (partie du Puy-de-Dôme) où sont figurés les courants de laves*. Mém. de l'Ac. des Sc., an. 1771, p. 774.
1775. **Guettard**. — *Mémoire sur le Tripoli (de Menat)*. Mém. Acad. des Sc., 1775, p. 177, pl.
1779. **Desmarest**. — *Lettre sur les différentes sortes de pozzolanes, et particulièrement sur celles qu'on peut tirer de l'Auvergne, à M. l'abbé Bossut*. Journal de Physique, mars 1779. Paris, in-8°, pl.
1779. ***. — *Sur les minéraux utiles de l'Auvergne*. Voy. la Restitution de Pluton, par M^{re} de Beausoleil, dans les *Anciens minéralogistes du royaume de France*, publiés par Gobet. Paris, 1779, in-8°.
1780. **Antic** (B. d'). — *Mémoire sur la fausse émeraude d'Auvergne*. In œuvres de M. d'Antic, t. II, Paris, 1780, in-12.
1781. **Soulavie**. — *Sur l'Histoire naturelle de l'Auvergne*. Extrait du t. V. de l'Histoire naturelle de la France méridionale, in-8°, 1781.
1782. **Pazumot**. — *Mémoire sur la liaison des volcans d'Auvergne avec ceux du Gévaudan, du Velay, du Vivarais, etc.* Observat. sur la Physique XX, p. 277.
1785. **Besson**. — *Passage de colonnes ou prismes de basalte volcanique à l'état de boules (d'après des exemples pris aux environs de Champeix)*. Observat. sur la Phys., 1785, t. XXXI, p. 143.
1785. **Monnet**. — *Voyages minéralogiques en Auvergne, dans les années 1772, 1784, 1785*. Observ. sur la Physique, t. XXXII, p. 115, 179, et XXXIII, p. 112.

(1) Cette bibliographie a été faite par M. Gautier.

1786. **Delarbre**. — Extrait d'un mémoire lu à l'Académie des Sc. *Sur la nature et la formation des fers spéculaires de Volvic, du Puy-de-Dôme, du Mont-Dore*, etc. (in-4°).
1787. **Delarbre**. — Mémoire lu à l'Académie des Sciences *Sur la formation et la distinction des basaltes en boules de différents endroits de l'Auvergne*. Observat. sur la Phys., t. XXXI, 1787, p. 133.
1787. **Le Grand d'Aussy**. — *Voyage en Auvergne*. Paris, Onfroy, 1787, in-8°.
1787. **Ordinaire** (abbé). — *Recherches sur l'ancien état de la Limagne relativement à son histoire naturelle*. Clermont, 1787, in-12.
1788. **Montlosier** (Comte de). — *Essai sur la théorie des volcans d'Auvergne*. S. N., 1788, in-8°.
1789. **Fourcroy**. — *Description et analyse d'une mine de plomb du hameau de Rosiers*. Voy. Ann. de Chim., t. II, p. 23 (1789).
1794. **Muthuon**. — *Observations du citoyen Muthuon, ingénieur des mines, sur l'article du Rapport fait à l'Institut national par le citoyen Dolomieu, qui concerne les volcans de l'Auvergne et la volcanisation en général*. Journ. des Mines, thermidor an VI (1794), p. 869-882.
1796. **Buc'hoz**. — *Histoire naturelle de la ci-devant province d'Auvergne*; extr. de la grande collection d'Hist. nat. de J.-P. Buc'hoz. Paris, 1796, in-f°, pl.
1796. **Dolomieu**. — *Rapport fait à l'Institut national sur ses voyages de l'an V et de l'an VI*. Journal des Mines, nos 41 et 42.
1796. **Mossier**. — *Vues générales sur l'histoire naturelle des environs de Clermont-Ferrand*. Riom, 1796, in-8°.
- S. D. **Monnet**. — *Dissertation sur les débris des volcans d'Auvergne et sur les roches qui s'y trouvent*. S. l. s. d. in-4°.
1802. **Monnet**. — *Mémoire sur les petits volcans dans les anciennes montagnes volcaniques et en particulier sur celui de la montagne de Corent*. Journal des mines, XI.
1802. **Montlosier** (Comte de). — *Essai sur la théorie des volcans d'Auvergne*. Riom, 1802.
1803. **Desmarest**. — *Considérations sur les volcans; tractus bitumineux; déplacement et éboulement du sol de Pardines*. Encycl. méth., Géograph. phys., t. II, p. 878. (An XII, 1803).
1804. **D'Aubuisson**. — *Description minéralogique du Puy-de-Dôme*. Journal de Physique, t. LVIII, p. 422. (An XII, 1804).
1804. **Mossier**. — *Lettre sur l'origine de la roche Sanadoire*. Journal des Mines, t. XVI. An XII (1804).
1805. **Godon de Saint-Mémin**. — *Analyse du fer natif à l'état d'acier trouvé en Auvergne (par Mossier)*. Voy. Journal de Physique, t. 60 (An XIII, 1805), p. 340.
1805. **Lacoste** (abbé). — *Lettres minéralogiques et géologiques sur les volcans de l'Auvergne*. Clermont, Landriot, 1805, in-8°.
1806. **Buch** (L. de). — *Geognostische Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien. Mit eine Anhang von mineralogischen Briefen aus Auvergne*. Berlin, 1806, in-8°, carte et planches.
1806. **Cocq**. — Mémoire renfermant des détails sur la lithologie de l'Auvergne et des environs. Journal des Mines, t. XIX, 1806.
1806. **Desmarest**. — *Mémoire sur la détermination de trois époques de la Nature par les produits des volcans, et sur l'usage qu'on peut faire de ces époques dans l'étude des volcans*. (Observations géologiques appliquées

- à l'Auvergne, accompagnées de 4 cartes). Mém. de l'Institut. Sc. math. et Phys., t. VI (1806).
1807. **Cordier**. — *Recherches sur différents produits volcaniques*. Journal des Mines, t. XXI, p. 249, 1807.
1807. **Godon de Saint-Mesmin**. — *Notice sur l'alunite du Mont-Dore*. Ann. de Chimie, t. LXI, p. 268 (1807).
1808. **Laizer** (L. de). — Lettre écrite le 12 mars 1808. (*Laves du Tartaret*) Journ. des Mines, t. XXIII, p. 409.
1808. **Laizer** (Louis de). — *Lettre à M. le professeur Jurine sur le puy Chopine*, avec la description des roches primitives ou volcaniques qu'on y rencontre. Clermont, 1808, in-8°, pl.
1808. **Laizer** (de). — *Découverte de laves porphyritiques bleues et rouges dans les Monts-Dore et au Cantal*. Journ. des Mines, t. XXIII, p. 407.
1809. **Desmarest**. — *Pissaspalte d'Auvergne*. Encyclop. méthod., Géogr. phys., t. III, p. 149.
1810. **Dufrenoy et E. de Beaumont**. — *Bassins houillers du centre de la France*. (Explicat. de la carte géolog. t. 1^{re}.)
1813. **Mercier**. — *Notice sur l'arbre fossile de Rochefort*. Ann. de Chimie, t. XXXVI, p. 204.
1814. **Stromeyer**. — *Recherches chimiques sur l'Aragonite de Vertaizon*. Ann. de Chimie, 1814, t. XCII, p. 254 et 311.
1819. **Cordier** (Louis). — *Mémoire sur la brèche siliceuse du Mont-Dore*, lu à l'Académie royale des Sciences le 7 sept. 1818 Ann. des Mines, 1^{re} série, t. IV, p. 205.
1819. **D'Aubuisson**. — *Mémoire sur les volcans et les basaltes de l'Auvergne*. Journal de Phys., t. LVIII, p. 310 et LXXXVIII, p. 432.
1822. ***. — *Constitution physique de la vallée de Pontgibaud*. Ann. des Mines, 1^{re} série, vol. VII, p. 166 (1822).
1823. **Desmarest** (fils). — *Carte topographique et minéralogique d'une partie du département du Puy-de-Dôme*, où sont déterminées la marche et les limites des matières volcaniques. Cette carte fut dressée vers 1790 par Desmarest père, puis complétée et publiée par son fils en 1823.
1823. **Steininger**. — *Die erloschenen Vulcane in Sudfrankreich*. Mainz, 1823.
1825. **Berzelius**. — *Observations sur les Eaux minérales de l'Auvergne comparées à celles de Carlsbad*. Ann. de Chimie, t. XXVIII, p. 386 à 403.
1825. **Devèze de Chabriol et Bouillet**. — *Essai géologique sur la montagne de Boulade*. Clermont, 1825-26, in-f°, pl.
1825. **Gmelin**. — *Analyse de la Pinile de Saint-Pardoux*. Ann. des Mines, t. X.
1826. **Barruel**. — *Sur le sulfate de Baryte d'Auvergne*. Ann. des Mines, 2^e série, t. I, p. 260, ou Ann. de Chim., t. XXXI, p. 219.
1826. **Payen**. — *Note sur le Schiste bitumineux et le lignite d'Ardes (Puy-de-Dôme)*. Ann. des Mines, 1^{re} série, vol. XII, p. 269.
1827. **Poulett-Scrope (G.)**. — *Memoir on the geology of central France; including the volcanic formations of Auvergne, the Velay, and the Vivarais*. London, 1827, in-4° avec atlas oblong.
1827. ***. — *Révolutions de la nature dans la France centrale* (Phénomènes volcaniques observés en Auvergne) Rev. Brit., décembre 1827, p. 593-217.
1828. **Bravard (A.)**. — *Monographie de la montagne de Perrier, près Issoire (Puy-de-Dôme) et de deux espèces du genre Felis découvertes dans l'une de ses couches d'alluvion*. Clermont, Thibaud-Landriot, 1828, in-8°, 2 pl. et 1 carte.

1828. **Croizet** (abbé) et **Jobert** aîné. — *Recherches sur les ossements fossiles du département du Puy-de-Dôme*. Paris, 1828, texte et 8 fasc. de planches, in-4°.
1828. **Dufrenoy**. — *Considérations sur le plateau central de la France*. Ann. des Mines, 2^e série, vol. III, p. 35 et 309.
1828. **Girardin** (J.). — *Analyse du dômite léger du Puy-de-Dôme*. Clermont, 1828, in-8°.
1828. **Huot**. — *Volcans d'Auvergne*. Voy. Encycl. méthod. Géogr. phys., t. V. Volcans (1828).
1828. **Jobert** (aîné). — *Carte hydrographique du département du Puy-de-Dôme, avec l'indication des masses géologiques*. 1828, 1/4 de f.
1828. **Kleinschrod** (Ch. von). — *Geologische Uebersicht eines Theiles der Auvergne insbesondere der Umgebungen von Clermont-Ferrand*. Aus Reisebemerkungen gesammelt im Herbst des Jahres 1828, s. n. s. d, in-8°, planches. Traduit de l'allemand par Louis Ramond. Ann. d'Auv., t. X, p. 493.
1828. **Laizer** (Marq. de). — *Note sur l'existence d'ossements fossiles dans le tuf volcanique ou Pépérino d'Auvergne*. Paris, 1828. Ann. des Sc. Natur. oct. 1828, in-8°.
1828. **Lecoq** (H.). — *Recherches sur les eaux minérales de La Bourboule*. Ann. d'Auv., t. I, p. 257, carte.
1828. **Lecoq** (H.). — *Observations sur le gisement de l'acide carbonique et des bitumes dans le département du Puy-de-Dôme*. Ann. de l'Auv., t. I.
1828. **Lecoq** (H.). — *Observations sur le gisement des bitumes dans le département du Puy-de-Dôme*. Ann. d'Auv., t. I, p. 217.
1828. **Lecoq** (H.). — *Recherches sur l'origine et la constitution des puys feldspathiques des Monts-Dômes*. Ann. d'Auv., t. I, p. 65.
1828. **Lecoq** (H.). — *Description de la montagne de Gravenoire*. Ann. d'Auv., t. I.
1828. **Peghoux** (le Dr). — *Propositions sur la structure des Monts-Dômes, sur la force volcanique et sur l'origine des couches minérales du Globe*. Ann. d'Auv., t. I.
1829. **Bouillet** (J.-B.). — *Topographie minéralogique du département du Puy-de-Dôme*. Clermont, 1829, in-8°, pl.
1829. **Croizet** (abbé) et **Jobert** aîné. — *Sur une mâchoire inférieure d'Anthracotherium, trouvée dans les grès tertiaires de la Limagne*, in-8°, 2 pl. Ann. des Sc. Nat., 1829.
1829. **Fournet**. — *Découverte de la Bournonite en Auvergne*. Ann. des Mines, 2^e série, vol. V, p. 325.
1829. **Fournet**. — *Essais faits sur les houilles de Plagnes et Brassac et sur l'anthracite du Puy-Saint-Galmier, près Pontaumur*. In-8°. Extr. des Annales d'Auvergne.
1829. **Lecoq** (H.) et **Bouillet** (J.-B.). — *Sur le passage des dômites aux vrais trachytes*. In-8°.
1829. **Lecoq** (H.). — *Description géologique du bassin de Menat*. Ann. d'Auv., t. II, p. 433.
1829. **Peghoux**. — *Mémoire sur des faits géognostiques observés aux points de contact des laves et des basaltes avec les terrains stratifiés en Auvergne*. Clermont, 1829, in-8°, pl.
1830. **Dufrenoy**. — *Sur la relation des terrains tertiaires et des terrains volcaniques de l'Auvergne*. Annales des Mines, t. VII.
1830. **Lecoq** et **Bouillet**. — *Vues et coupes des principales formations géolo-*

- giques du département du Puy-de-Dôme, avec la description des roches qui les composent. Clermont, in-8°, atlas oblong.
1831. **Lecoq (H.)**. — *Itinéraire de Clermont au Puy-de-Dôme*. In-8°, avec carte géologique.
1831. **Lecoq et Bouillet**. — *Coup-d'œil sur la structure géologique et minéralogique du groupe des Monts-Dores, accompagné de la description et des échantillons des substances minérales qui les composent*. Paris-Clermont, in-8°, pl.
1832. **Bouillet (J.-B.)**. — *Itinéraire minéralogique et historique de Clermont-Ferrand à Aurillac*. Clermont-Ferrand, Thibaud-Landriot, brochure, in-8°.
1832. **Duvernin-Montcervier**. — *Itinéraire minéralogique des environs de Vic-le-Comte*. Ann. d'Auv., t. V.
1832. **Fournet**. — *Notice sur la silice gélatineuse (Randannite) de Ceyssat, près Pontgibaud, et sur son emploi dans les arts*. Ann. d'Auv.
1832. **Fournet**. — *Notice sur le plomb vert des environs de Pontgibaud*. Ann. des Mines, 3^e série, vol. I, p. 440.
1832. **Leonhard (K.)**. — *Die Basalt-Gebilde in ihren Beziehungen zu normalen u. abnormen Felsmassen*. 2 vol. et atlas color. Stuttgart, gr. in-4°.
1833. **Burat (A.)**. — *Description des terrains volcan. de la France centrale*. Paris, Levraut, in-8° et pl.
1833. **Croizet (abbé)**. — *Sur les tremblements de terre de l'Auvergne en 1853*. Clermont, in-8°.
1833. **Dufrénoy et Elie de Beaumont**. — *Mémoire sur les groupes du Cantal et du Mont-Dore et sur les soulèvements auxquels ces montagnes doivent leur relief actuel*. Ann. des Mines, 3^e S., t. III.
1833. **Lecoq (H.)**. — *Description du volcan du Pariou*. Clermont, in-8°, pl.
1833. **Nérée Boubée**. — *Promenade au Mont-Dore pour l'étude de la question des cratères de soulèvement*. Plaq., in-18, pl.
1833. **Saint-Hilaire (Geoffroy)**. — *Considérations sur des ossements fossiles, la plupart inconnus, trouvés et observés dans les bassins de l'Auvergne*. Paris, in-8°.
1833. **Société géologique de France**. — *Bulletin de la Société géol. de France; réunion extraordin. à Clermont du 25 août au 6 sept. 1853*. Procès-verbal des séances et des promenades. Paris, in-8°.
1833. **Tournal (fils)**. — *Considérations sur les volcans anciens du centre de la France et les cratères de soulèvements*.
1833. **Tournal**. — *Souvenir d'un Congrès scientifique tenu à Clermont en 1853*. Toulouse, in-8°.
1834. **Elie de Beaumont**. — *Mémoire sur quelques points de la question des cratères de soulèvement*. Bulletin de la Soc. de Géol. de Fr., t. IV, p. 225.
1834. **Desgenevez**. — *Observations sur le Cantal, les Monts-Dores et la composition des roches volcaniques*. Mém. de la Soc. géol., t. I.
1834. **Fournet (J.)**. — *Aperçus sur les révolutions successives qui ont produit la configuration actuelle des Monts-Dores*. Ann. des Mines, 3^e série, p. 35, carte.
1834. **Lecoq (H.)**. — *Promenades aux environs de Clermont et du Mont-Dore, ou souvenirs du Congrès géologique de 1853*. Paris-Clermont, in-8°.
1834. **Montlosier (comte de)**. — *Le Mont-Dore, de sa composition, de son origine*. Ann. scient. d'Auv., t. 7, p. 275.
1834. **Montlosier (comte de)**. — *Du Cantal, du basalte et des anciennes révolutions de la Terre, en réponse à un nouvel écrit de M. Elie de Beaumont*. Clermont, in-8°.

1835. **Bravard (Aug.)**. — *Monographie du Cainotherium, nouveau genre de la famille des Pachydermes, trouvé dans les terrains tertiaires d'eau douce du département du Puy-de-Dôme*. Clermont (Issoire), in-8°.
1836. **Bouillet (J.-B.)**. — *Catalogues des coquilles vivantes et fossiles de l'Auvergne*. Clermont-Ferrand, Thibaud-Landriot, in-8°.
1836. **Croizet (abbé)**. — *Lettre à la Société géologique sur divers gisements de la montagne de Gergovia*. Bull. de la Soc. géol. de Fr., t. 7, p. 64.
1836. **Dufrénoy**. — *Note sur l'Apophyllite du puy de la Piquette (Auvergne)*. Ann. des Mines, 3^e série, vol. IX, p. 171.
1836. **Guillemin (J.)**. — *Analyse de la Mésotype d'Auvergne*. Ann. des Mines, 1^{re} série, vol. XII, p. 390.
1836. **Rendu (le chanoine)**. — *Lettre à M. de Luc, naturaliste à Genève, et à M. Lecoq. Sur quelques points de Géologie (avec réponse de Lecoq)*. Chambéry, in-8°.
1837. **Berthier (P.)**. — *Essai d'un minéral de plomb de Pontgibaud, très riche en argent*. Ann. des Mines, 3^e série, vol. XI, p. 517.
1837. **Croizet (abbé)**. — *Quelques observations sur le Puy de Corent, lues à l'Académie de Clermont*. Ann. de l'Auv., 1837.
1837. **Lecoq (H.)**. — *Note sur la découverte de débris organiques marins sur le sol de l'Auvergne*, in-8°.
1837. **Nérée Boubée**. — *Etudes géologiques et industrielles de la France*. (Extr. de la partie relative à l'Auvergne, n° 52 du Courrier de la Limagne, année 1837).
1838. **Laizer (M. de) et de Parieu**. — *Notice sur un nouveau genre de pachyderme fossile, nommé Oplotherium*. Ann. des Sc. nat., pl.
1838. **Lecoq (H.)**. — *Lacs des terrains basaltiques de l'Auvergne*. In-8°.
1839. **Berthier (P.)**. — *Sur la Jamesonite aurifère de Pont-Vieux (Puy-de-Dôme)*. Ann. des Mines, 3^e série, vol. XV, p. 634.
1839. **Dufrénoy et E. de Beaumont**. — *Mém. sur les groupes du Cantal, des Monts-Dores, et la composition des roches volcaniques*. Mém. de la Soc. géol. de France, t. 1^{re}.
1839. **Laizer (de) et de Parieu**. — *Note sur une tête fossile attribuée à une espèce éteinte de Martes, nommée Mustela plesictis*. Magasin de Zoologie, 2 liv. de 1839.
1839. **Laizer (M. de) et de Parieu**. — *Note sur la mâchoire d'un carnassier fossile, nommé Hycenodon leptorhynchus, fig.* Ann. Sc. nat.
1840. **Blainville (de)**. — *Rapport sur plusieurs mémoires de Paléontologie de MM. de Laizer et de Parieu, du 28 janv. 1838 et du 7 janv. 1839, sur des ossements fossiles de rongeurs trouvés en Auvergne*. Comptes-rendus de l'Acad. des Sc., séance du 15 juin 1840.
1841. **Berthier (P.)**. — *Analyse du feldspath du Mont-Dore et du Drachenfels*. Ann. des Mines, 3^e série, vol. XIX, p. 619.
1842. **Buch (L. de)**. — *Observations sur les volcans d'Auvergne; traduit de l'allemand par M^{me}. de Kleinschrod avec notes de Lecoq*. Clermont, in-8°.
1842. **Pomel (A.)**. — *Essai sur la coordination des terrains tertiaires du département du Puy-de-Dôme*. Ann. d'Auv., t. XV, p. 170.
1843. **Bravard**. — *Distribution des Mammifères fossiles dans le département du Puy-de-Dôme*. Ann. des Sc. d'Auvergne, t. XVI, p. 402.
1843. **Constant Prévost**. — *Résumé de la discussion relative à la formation des cônes volcaniques du Cantal et du Mont-Dore*. Bull. de la Soc. géol. Fr., t. XIV, p. 217.

1843. **Pissis**. — *Notice sur l'âge relatif et la position des terrains volcaniques du centre de la France*. Bull. de la Soc. géol. de Fr., 1^{re} série, t. XIV.
1843. **Pomel**. — *Note sur une espèce fossile du genre Loutre, dont les ossements ont été recueillis dans les alluvions volcaniques de l'Auvergne*. Bull. de la Soc. géol. Fr., t. XIV, p. 168.
1843. **Pomel**. — *Nouvelles observations sur la paléontologie des terrains meubles de la Limagne d'Auvergne*. Bull. de la Soc. géol. Fr., t. XIV, p. 206.
1843. **Pomel**. — *Note sur les carnassiers à canines comprimées et tranchantes trouvées dans les alluvions du Val d'Arno et de l'Auvergne, avec pl.* Bull. de la Soc. géol. Fr., 1^{re} série, t. XIV, p. 29.
1844. **Pomel**. — *Note sur un bouc fossile (Capra Rozeti) découvert dans des atterrissements ponceux au S.-O. d'Issoire...* Comptes-rendus de l'Ac. des Sc., vol. XIX, p. 225.
1844. **Pomel (A.)**. — *Description géologique et paléontologique des collines de la Tour de Boulade et du Puy de Teiller, Puy-de-Dôme*. Bull. de la Soc. géol. Fr. 2^e série, t. I, p. 259.
1844. **Raulin (V.)**. — *Sur la disposition des terrains tertiaires des plaines de l'Allier et de la Loire*. Bull. de la Soc. géol. de Fr.
1844. **Raulin (V.)**. — *Réponses aux objections faites par M. Pissis à la notice sur la disposition des terrains tertiaires des plaines de l'Allier et de la Loire, au-dessus du confluent de ces deux rivières*. Bull. de la Soc. géol. de Fr. 2^e s. T. I.
1844. **Rozet (Le capitaine)**. — *Mémoire sur les volcans de l'Auvergne*. Mém. Soc. géol., 2^e série, t. I.
1845. **Nivet (doct. V.)**. — *Carte géologique avec indication des eaux minérales du Puy-de-Dôme*. Clermont, 1 f.
1845. **Pomel**. — *Note sur Gergovia, ses basaltes, ses calcaires et ses fossiles*. Bull. de la Soc. géol. Fr. 2^e série, t. II.
1846. **Bouillet (J.-B.)**. — *Statistique monumentale du département du Puy-de-Dôme*. Clermont-Ferrand, 2^e édition de Pérôl, in-8° avec atlas.
1846. **Bravard**. — *Lettre sur les animaux fossiles de l'Auvergne*. Bull. de la Soc. géol. Fr., 2^e série, t. III.
1846. **Nivet**. — *Dictionnaire des eaux minérales du département du Puy-de-Dôme*. Clermont-Ferrand, in-8°.
1846. **Pomel (A.)**. — *Quelques nouvelles considérations sur la paléontologie de l'Auvergne*. Bull. de la Soc. de géol. Fr. 2^e s. T. III, p. 198.
1846. **Viquesnel (A.)**. — *Description des filons de basalte injectés entre les couches de pépérino du puy de Montaudoux, en Auvergne*. Bull. de la Soc. géol., de Fr., 2^e série, t. III, p. 15.
1848. **Jusseraud (Eug.)**. — *Notice sur quelques gisements de minerais de fer qui se trouvent aux environs du bassin de Brassac*. (Puy-de-Dôme et Haute-Loire). Paris, in-8°, pl.
1851. **Constant Prévost**. — *Note additionnelle relative à la réclamation de M. Lecoq sur la cause de l'extension des anciens glaciers*. Comptes-rendus Ac. Sc.
1851. **Lecoq (H.)**. — *Réclamation adressée à l'Académie des Sciences touchant l'époque à laquelle les glaciers ont commencé à jouer un rôle dans les formations géologiques*. Paris.
1851. **Lecoq (H.)**. — *Le volcan de Montsineyre et sa coulée de lave*. Clermont, in-8°.

1852. **Murchison (R. I.)**. — *Mémoire sur les roches ardoisières du Sichon qui doivent être rapportées au Carbonifère*. Traduit de l'anglais par Alluard. Ann. Sc. de l'Auv., t. XXV.
1852. **Versepuy**. — *Sur les causes de l'apparition du bitume dans la Limagne d'Auvergne*. Clermont, in-8°.
1853. **Pomel**. — *Catalogue method. et descript. des vertébrés foss. du bassin de la Loire, surtout de la vallée de l'Allier*. Clermont, in-8°.
1854. **Bouillet (J. B.)**. — *Topographie minéralogique du département du Puy-de-Dôme*. Clermont, in-8°.
1854. **Lecoq (H.)**. — *Phénomène erratique du Nord retrouvé sur le versant du Mont-Dore*. Comptes-rendus de l'Ac. des Sc., t. 39, p. 808.
1854. **Lecoq (H.)**. — *Existence en Auvergne de traces laissées par des corps choquants partis avec divergence de points culminants*. (Faits observés dans le voisinage du Mont-Dore). Extr. d'une lettre de Lecoq à Elie de Beaumont. Comptes-rendus Acad. des Sc., 1854, n° 47 (23 oct.), p. 808.
1859. **Dorlhac**. — *Note sur les dépôts houillers de Brassac et de Langeac (Haute-Loire), précédée de quelques considérations sur le Plateau Central*. Lyon.
1860. **Vimont (Ed.)**. — *Note sur quelques points éruptifs des environs de Chanat et en particulier sur celui de Clerzat et sa coulée*. Clermont, in-8°, 8 pl.
1861. **Lecoq (H.)**. — *Carte géologique du département du Puy-de-Dôme au $\frac{1}{40000}$ en 24 feuilles*. Clermont-Ducros-Paris.
1861. **Lom (B. de)**. — *Sur des faits géolog. et minéral. nouveaux découverts dans les cinq grands départements volcan. de la France*. Le Puy, in-8°.
1861. **Vimont (Ed.)**. — *Notes sur les points d'éruption volcanique situés entre les puys de Pariou et de la Nugère; sur leurs éruptions successives et sur la différence d'âge des coulées qui en proviennent*. Clermont, in-8°.
1862. **Lefort (J.)**. — *Etude chimique des Eaux minérales du Mont-Dore...* Paris, in-8°.
1864. **Lecoq (H.)**. — *Les Eaux minérales du massif central de la France, considérées dans leurs rapports avec la Chimie et la Géologie*. Paris, Rothschild, in-8°.
1866. **Lanoy (Ferdinand de)**. — *Voyage aux volcans de la France centrale*. Tour du monde, in-4° et fig.
1866. **Lecoq (H.)**. — *Les volcans du centre de la France; conférence faite à la Sorbonne*. Revue des cours scientifiques de la France, n° du 10 février 1866.
1866. **Lecoq (H.)**. — *Le Lémian et les anciens lacs d'Auvergne; discours prononcé à la rentrée des Facultés de Clermont*. Clermont, 1866, in-8°.
1866. **Poulett-Scrope (G.)**. — *Géologie et volcans éteints du centre de la France*. Traduit par Ed. Vimont. Clermont, F. Thibaud, in-8°, pl. et cartes.
1867. **Lecoq (H.)**. — *Les époques géologiques de l'Auvergne*. Paris-Clermont, in-8°, 5 vol., pl.
1868. **Delanoüe**. — *Sur la découverte de Moraines glaciaires en Auvergne*. Bull. de la Soc. de géol. de Fr., t. XXV, p. 402.
1869. **Gonnard (F.)**. — *Sur les zéolithes de l'Auvergne*. Extr. des Mém. de l'Acad. de Clermont, p. 383.
1869. **Gonnard (F.)**. — *Note sur l'alunite du Mont-Dore (Puy-de-Dôme)*. Ann. Soc. sciences industr. de Lyon.
1869. **Gonnard (F.)**. — *Note sur deux variétés de la fluorine de la Roche Cornet (Puy-de-Dôme)*. Lyon (idem).

- 1869 **Julien (A.)**. — *Des phénomènes glaciaires dans le Plateau central de la France et en particulier dans le Puy-de-Dôme et le Cantal*. Thèse soutenue devant la Faculté de Montpellier. Paris.
1870. **Collomb**. — *Sur les anciens glaciers de l'Auvergne*. Arch. de la Bibl. univers.
1870. **Gonnard (F.)**. — *Minéralogie du département du Puy-de-Dôme*. Paris-Lyon, in-8°.
1870. **Lecoq (H.)**. — *Considération sur les phénomènes glaciaires de l'Auvergne*. Observations présentées à l'Académie de Clermont. Clermont-Ferrand, F. Thibaud, in-8°.
1871. **Gonnard (F.)**. — *Sur les dolérites de la Chaux de Bergonne et sur les zéolithes qu'elles contiennent*. C.-R. de l'Ac. des sciences, 18 déc. 1871.
1871. **Lecoq (H.)**. — *L'eau sur le plateau central de la France*. Paris, J. B. Bailière, pl.
- 1872 **Gonnard (F.)**. — *Sur divers minerais du département du Puy-de-Dôme*. Lyon, Pitrat aîné, gr. in-8°.
1872. **De Saporta**. — *Sur les caractères propres à la végétation pliocène*. Bull. de la Soc. géol. Fr., 3^e série, t. I.
1872. **Vimont (Ed.)**. — *Clermont, Royat. les Monts-Dômes*; guide du voyageur, du naturaliste et de l'archéologue. Clermont-Ferrand, 1872, in-12, carte et pl.
1873. **Gonnard (F.)**. — *Mémoire sur les zéolithes de l'Auvergne*.
1874. **Vimont (Ed.)**. — *Les lacs Pavin, de Montsineyre et de la Godivelle*. Paris, Extr. de l'Ann. du Club-Alpin (carte).
1874. **Gonnard (F.)**. — *Lettres sur diverses substances minérales du département du Puy-de-Dôme*. Mém. Acad. Clermont-Ferrand, 1874.
- 1874 **Gonnard (F.)**. — *Sur la giobertite du Puy de la Poix* (Idem).
1875. **Lasaulx (A. von)**. — *Etudes pétrographiques sur les roches volcaniques de l'Auvergne*. . . trad. par G. Gonnard. Clermont-Ferrand, Thibaud, in-8.
1875. **Gonnard (F.)**. — *Note au sujet d'une erreur attribuée à Fournet par M. Des Cloizeaux, touchant les amas de silice gélatineuse du Puy-de-Dôme*. Mém. Acad. de Clermont-Ferrand, 1875.
1875. **Truchot**. — *Observations sur la composition des terres arables de l'Auvergne*. Paris, in-8°. Extr. des Ann. agronomiques.
1876. **Brongniart (C.)**. — *Sur une nouvelle espèce de Diptère fossile du genre Protomya, trouvée à Chadrat, en Auvergne*. Paris, gr. in-8°, pl.
1876. **Gonnard (F.)**. — *Minéralogie du département du Puy-de-Dôme*. Paris-Lyon, in-12.
1876. **Mure (J. A.)**. — *Analyse de l'eau du Puy de la Poix*. Assoc. Fr. pour l'avancement des Sciences, 1876, p. 1067.
1876. **Pommerol (D^r F.)**. — *Existence de l'homme en Auvergne à l'époque du Renne et des volcans à cratère*. Assoc. Franç. pour l'avancement des Sc., 1876, p. 661.
1876. **Pommerol (D^r F.)**. — *La Géologie de la Limagne dans ses rapports avec les grandes oscillations de l'écorce terrestre*. Assoc. Franç. pour l'avancement des Sc., 1876, p. 394.
1876. **Roussel-Bouchet**. — *Des rapports présumés existant entre les laves basaltiques et leur point d'éruption suivant leur richesse en titane et en vanadium*. Assoc. Fr. pour l'avancement des Sc., 1876, p. 418.
1877. **Boutiller (L.)**. — *Excursion en Auvergne*. Rouen, Deshayes, in-8°.
1877. **Rütimeyer (L.)**. — *Die Rinder der Tertiärzeit*, 3 pl. Zurich.

1879. **Fouqué et M. Lévy.** — *Minéralogie micrographique. Roches éruptives françaises.* Paris.
1879. **Gonnard (F.).** — *Sur un nouveau gisement de szaboïte.* Bull. Soc. minéral. de France.
1879. **Gonnard (F.).** — *Sur les associations minérales que renferment certains trachytes du ravin du Riveau-Grand au Mont-Dore.* C. R. Ac. des Sc., septembre 1879, p. 614.
1879. **Gonnard (F.).** — *Sur les associations minérales du Capucin (Mont-Dore).* Mém. Acad. de Lyon.
1879. **Julien (A.).** — *Les volcans de la France centrale et les Alpes.* Ann. du Cl. Alp. fr.
1880. **Brongniart (Ch.).** — *Notice sur quelques poissons des lignites de Menat.* 1 pl. Caen.
1880. **Julien (A.).** — *La Limagne et les bassins du Plateau Central.* Ann. du Club-Alpin, p. 446.
1880. **Pommerol (Dr F.).** — *Age du volcan de Gravenoire.* Assoc. franç. pour l'avancement des Sciences. Reims.
1880. **Gonnard (F.).** — *Sur l'existence de l'épidote dans la syénite du ravin d'Enval, près de Riom.* Bull. Soc. minér. de France.
1880. **Gonnard (F.).** — *Sur l'existence d'un minéral analogue au tachylite dans un basalte des environs de Royat.* Idem.
1881. **Julien (A.).** — *Sur la nature et l'ordre d'apparition des roches éruptives anciennes que l'on observe dans la région des volcans à cratères du Puy-de-Dôme.* C. R. Ac. des Sc. p. 799.
1881. **Julien (A.).** — *Sur l'existence des caractères du terrain cambrien dans le Puy-de-Dôme et dans l'Allier.* C. R. Ac. des Sc., mars 1881, p. 754.
1882. **Gonnard (F.).** — *Notes minéralogiques sur les environs de Pontgibaud.* Mém. de l'Ac. des Sc. de Lyon, t. LXXIII.
1882. **Gonnard.** — *Sur une observation de Fournet concernant la production des zéolithes à froid.* Bull. Soc. minéral.
1882. **Gonnard.** — *Sur la tourmaline de Roure, près de Pontgibaud.* Idem.
1882. **Gonnard.** — *Sur les pegmatites d'Authizat-la-Sauvetat et de la Grande-Côte, près Saint-Amant-Tallende.* Idem.
1882. **Fouqué.** — *Carte géologique détaillée de la France. Feuille de Brioude.*
1883. **Gonnard (F.).** — *Sur une roche à anorthite de Saint-Clément (Puy-de-Dôme).* C. R. Ac. des Sc., 17 déc. 1883, p. 1447.
1883. **Gonnard.** — *De l'existence de la roche de Roguédas dans les formations premières du S.-E. du Plateau central.* Bull. Soc. minér.
1883. **Gonnard (F.).** — *Sur les macles et groupements réguliers de l'orthose du porphyre quartzifère de Four-la-Brouque, près Issoire (Puy-de-Dôme).* C. R. Ac. des Sc., 7 mai 1883, p. 1370. (Mém. in-extenso dans Bull. Soc. minér. de France, 1883).
1883. **Gonnard.** — *Des gisements de fibrolite sur le Plateau central* (Idem, 1883).
1883. **Julien (A.).** — *La théorie des volcans et le Plateau central.* Ann. du Cl.-Alp., 1883, p. 358.
1883. **Michel Lévy.** — *Cordierite dans une vaste région de gneiss, près de Clermont.* Bull. Soc. Min., VI, 329.
1884. **Depéret (C.).** — *Sur les Ruminants pliocènes et quaternaires d'Auvergne.* Paris, gr. in-8°, 4 pl.
1884. **Gonnard (F.).** — *Sur la diffusion de la christianite dans les laves*

- anciennes du Puy-de-Dôme et de la Loire.* C. R. Ac. des Sc., 1884, mars, p. 839.
1884. **Gonnard (F.)**. — *Sur un phénomène de cristallogénie, à propos de la fluorine de la Roche Cornet, près Pontgibaud (Puy-de-Dôme).* C. R. Ac. des Sc., décembre 1884, p. 1136.
1884. **Gonnard (F.)**. — *Addition aux associations zéolithiques des dolérites de la Chaux de Bergonne (Puy-de-Dôme).* C. R. Ac. des Sc., p. 1067.
1884. **Gonnard (F.)**. — *Sur l'existence du sphène dans les roches du Puy-de-Dôme.* Bull. de la Soc. minéral.
1884. **Michel Lévy**. — *Sur quelques nouveaux types de roches provenant du Mont-Dore.* C. R. Ac. des Sc., 1884, t. XLVIII, p. 1394.
1885. **Gonnard (F.)**. — *Sur un nouveau groupement réticulaire de l'orthose de Four-la-Brouque (Puy-de-Dôme).* C. R. Ac. des Sc. Juillet 1885, p. 76.
1885. **Michel Lévy et Munier-Chalmas**. — *Note sur la base des terrains tertiaires des environs d'Issoire.* Comptes-rendus Acad. des Sc. 7 déc. 1885.
1886. **Gonnard (F.)**. — *De quelques roches grenatifères du Puy-de-Dôme.* C. R. Ac. des Sc. Octobre 1886, p. 654.
1886. **Gonnard (F.)**. — *Sur les minerais aurifères des environs de Pontgibaud.* Bull. de la Soc. minér., 1886.
1886. **Julien (A.)**. — *Brèches volcaniques et moraines dans la France centrale.* Ann. du Cl-Alp. 1886.
1887. **Gonnard (F.)**. — *Sur les associations minérales du basalte de Prudelles, près Clermont-Ferrand.* C. R. Ac. des Sc., mars 1887, p. 719.
1887. **Gonnard (F.)**. — *Sur les associations minérales des pépérites du Puy de la Poix.* C. R. Ac. des Sc., mai 1887, p. 1034.
1887. **Gonnard (F.)**. — *Sur les minéraux de la pépérite du Puy de la Piquette.* C. R. Ac. des Sc., nov. 1887, p. 886.
1887. **Gonnard (F.)**. — *Notes minéralogiques sur les environs d'Ambert.* Soc. lionnèenne de Lyon.
1887. **Gonnard (F.)**. — *De quelques pseudomorphoses d'enveloppe, des mines de plomb du Puy-de-Dôme.* C. R. Ac. des Sc., déc. 1887, p. 1267.
1887. **Michel Lévy**. — *Sur un basalte riche en zéolithes des environs de Perrier (Puy-de-Dôme).* B. S. Minér. Fr., 1887, X, p. 69.
1887. **Michel Lévy**. — *Carte géologique détaillée de la France, au 1/80,000°. Feuille de Clermont.*
1888. **Augé (E.)**. — *Note sur la bauxite, son âge, son importance géologique. Bauxite de la vallée d'Ardes (Puy-de-Dôme).*
1888. **Marcel Bertrand**. — *Sur les bassins houillers du Plateau central de la France.* Bull. de la Soc. géol. de Fr., t. 46, p. 517.
1888. **Gonnard (F.)**. — *Sur les macles et groupements réguliers de l'Orthose du porphyre quartzifère de Four-la-Brouque, près d'Issoire (Puy-de-Dôme).* C. R. Ac. des Sc., mars 1888, p. 881.
1888. **Gonnard (F.)**. — *Sur une association de Fluorine et de Babel-Quartz de Villeveille, près Pontgibaud (Puy-de-Dôme).* C. R. Ac. des Sc., février 1888, p. 558.
1888. **Gonnard (F.)**. — *De la genèse des phosphates et arséniophosphates plombifères de Roure et de Rosiers, près Pontgibaud (Puy-de-Dôme).* C. R. Ac. des Sc., janv. 1888, p. 75.
1888. **Gonnard**. — *Sur les filons de quartz de Charbonnières-les-Varennes (Comptes-rendus, oct. 1888).*

1888. **Le Verrier.** — *Etude sur la Géologie du Forez.* Bull. de la Société de l'Indust. minérale. 3^e série, t. II, p. 155, pl. Saint-Etienne, 1888, in-8°.
1889. **Michel Lévy et Munier-Chalmas.** — *Etude faite en 1884 sur les environs d'Issoire.* Bull. de la Soc. géol. de Fr., 1889, t. 17, p. 263.
1889. **Boule (Marcellin).** — *Les Prédécesseurs de nos Canidés.* Comptes-rendus Acad. des Sciences, janvier 1889.
1889. **Boule (Marcellin).** — *Le Canis megamastoides du Pliocène moyen de Perrier (Puy-de-Dôme).* Bull. Soc. géol. de France, 3^e série, t. XVII, p. 321.
1889. **Boule (Marcellin).** — *Succession des éruptions volcaniques du Velay.* Comptes-rendus somm. des séances de la Soc. géol. de France, 2 déc. 1889.
1890. **Julien (A.).** — *Résultats généraux d'une étude d'ensemble du carbonifère marin du Plateau Central.* Comptes-rendus de l'Ac. des Sc. 31 mars 1890.
1890. **Lacroix (A.).** — *Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne.* Bull. du service de la Carte géol. dét. de la France, n° 11.
1890. **Michel Lévy.** — *Existence du péridot microlitique dans les Andésites et les Labradorites de la chaîne des Puys.* C. R. Ac. des Sc., 12 mai 1890.
1890. **Boule (Marcellin).** — Communication à la réunion des Sociétés savantes sur l'âge du creusement de la haute vallée de la Loire (Journal officiel, 30 mai 1890).
1890. **Boule (Marcellin).** — *Les éruptions basaltiques de la vallée de l'Allier.* Comptes-rendus Acad. des Sciences, juillet 1890.
1890. **Glangeaud (P.).** — *Une excursion géologique en Auvergne.* Extr. Revue d'Auvergne, 1890.
1890. **Bonneau (J.).** — *Compte-rendu d'une excursion géologique faite en Auvergne, en mars 1890, sous la direction de M. Boule.* Bulletin Académie de Clermont, 1890.
1890. **Fouqué.** — *Le plateau central de la France.* Discours lu dans la séance publique annuelle des cinq Académies, du 25 octobre 1890, in-4°.

Séance du 14 Septembre 1890.

PRÉSIDENCE DE M. MARCEL BERTRAND, puis DE M. MICHEL LÉVY.

Les Membres de la Société se réunissent à neuf heures et demie dans l'amphithéâtre de géologie de la Faculté des Sciences.

M. M. BERTRAND, président, assisté de M. Bergeron, secrétaire, ouvre la séance.

Il est procédé à la constitution du bureau pour la durée de cette session. Sont nommés :

MM. MICHEL LÉVY, Président.
 GOSSELET, }
 BOULE, } Vice-Présidents.

MM. GAUTIER, {
 CHIBRET, } Secrétaires.
 BOURGERY, Trésorier.

M. Michel Lévy, en prenant place au fauteuil de la présidence, remercie la Société de l'honneur qui lui est fait.

Par suite de la présentation faite dans la séance du 16 juin, le Président proclame membre de la Société géologique M. SCHMIDT, Professeur de géologie à l'Université de Bâle, présenté par MM. M. Bertrand et Haug.

Il annonce une présentation.

Le programme suivant des excursions est proposé par M. Michel Lévy :

Dimanche 14 Septembre. — Course, après-midi, aux environs de Royat et de Clermont. — *Arkoses bitumineuses* de l'Escourchade. — *Faille, arkoses redressées et granite* du Puy de Chateix. — *Lave basaltique* de Royat. — *Laves basaltiques, cinériles et bombes* de Gravenoire. — *Dyke basaltique et pépériles* de Montaudoux. — *Petit cratère* de Montjoli. — *Alluvions anciennes* sous la lave de Beaumont.

Lundi 15 Septembre. — Route de Royat au Puy-de-Dôme, *granite et ses enclaves, filons de granulite et de porphyrite micacée*. — Ascension du Puy-de-Dôme; *dômite; projections et trachytes*. — *Cratère* du Nid de la Poule. — Descente sur la Font-du-Berger; *laves andésitiques* du Pariou. — Ascension du Puy-Chopine, *schistes maclifères du sommet percés par le granite à amphibole*. — *Gneiss à cordiérite* du Cressigny. — *Basalte scéolitique* de Prudelles. — Coucher à Clermont.

Mardi 16 Septembre. — *Pépériles à hornblende* de la croix dite de Romagnat, près Montrognon. — Ascension de Gergovie par la route de Romagnat à Opmes; *basaltes et pépériles; phénomènes filoniens et d'intrusion; intercalations; coupe des terrains tertiaires de la Limagne jusqu'aux couches miocènes à Melania Aquitanica*. — Puy de la Piquette; *dyke de basalte accompagné de pépériles*. — *Lambeau glaciaire* de Veyre-Monton. — Puy de Marman, *dyke basaltique accompagné de pépériles*. — Coucher à Clermont.

Mercredi 17 Septembre. — Départ de Clermont pour Murols. *Arkoses redressées et faille* du pont de Ceyrat. — *Granite et granulite* de Saulzet-le-Chaud. — *Coulée de labradorite* de Fontfreide. — *Granite à amphibole, diorite, cornes vertes et schistes précambriens* de la Cassière et de Verneuge. — *Téphrite à hailyne* de Mareuge. — *Basalte ophitique* de Saignes. — *Basalte et sables tongriens* de Murols. — Séance et coucher à Murols.

Jeudi 18 Septembre. — Visite du château de Murols, *vue de la coupe du Puy de Bessoles*. — Le saut de la Pucelle, *dyke et coulées de basaltes sur la cinérîte riche en empreintes végétales, sous les lambeaux glaciaires*. — Le Tartaret. — *Granite et filons concrétionnés* de St-Nectaire. — *Calcaire à Striatelles* de Reignat. — *Faïlle* de Montaigut-le-Blanc. — *Caves* de St-Julien, *poudingue et cinérîte ponceuse fluviatile, recouverts par le glaciaire*. — Séance et coucher à Champeix.

Vendredi 19 Septembre. — *Basalte de Pardines sur le Miocène supérieur. Glaciaire pliocène supérieur* de Perrier. — *Basalte et cinérîte ponceuse fluviatile, Pliocène moyen* de Perrier. — *Faïlle intéressant le Pliocène moyen*. — *Alluvions anciennes à cailloux roulés de fibrolite* du château de Rivière, près Issoire. — Retour et coucher à Clermont.

Samedi 20 Septembre. — Départ en chemin de fer pour La Queuille. — *Cinérîte inférieure, phonolites et rhyolites* des ravins de Lusclade. — *Granite, cinérîte et faïlle* de la Bourboule. — *Trachytes et Andésites* du plateau de Rigolet. — Labradorite intercalée dans la cinérîte de la route de La Tour, au-dessus du Mont-Dore. — Séance et coucher au Mont-Dore.

Dimanche 21 Septembre. — Lac de Guéry, Tuilière, Malevialle, Roc Blanc et Puy Loup. *Téphrites, andésites et phonolites; basalte ophitique, labradorite des bords du lac*. — *Tufs* de la Tuilière. — *Trachytes à enclaves* du Capucin. — Coucher au Mont-Dore.

Lundi 22 Septembre. — Coupe de la Grande Cascade. — *Alunite et soufre natif* du ravin de la Craie. — *Dykes de trachyte et d'Andésite* du Val d'Enfer et du Ravin de Lacour. — Séance de clôture à 1 heure.

Ce programme, mis aux voix, est adopté à l'unanimité.

M. Michel Lévy fait les communications suivantes, relatives à la Chaîne des Puys et au Mont-Dore :

Situation stratigraphique des régions volcaniques de l'Auvergne

par M. A. Michel Lévy.

Les principaux massifs volcaniques de l'Auvergne sont groupés sur les bords d'anciens lacs et d'anciennes lagunes tertiaires qui paraissent s'être asséchés vers la fin de la période aquitanienne. Les manifestations ignées ont commencé dès le Miocène; mais leurs paroxysmes datent certainement du Pliocène et les éruptions quaternaires sont encore singulièrement abondantes; on peut donc attribuer à ces volcans une situation continentale assez éloignée des bords de la mer, surtout si l'on considère que les récurrences saumâtres (accompagnées de dépôts de gypse) du bassin de la Limagne, calcaires à striatelles, calcaires et grès calcarifères à potamides, sont cantonnées dans le Tongrien et à la base de l'Aquitaien.

Il devient d'autant plus intéressant de rechercher à quelle cause il faut attribuer la montée encore actuelle des courbes géothermiques au droit de cette région volcanique, et quelles sont les particularités stratigraphiques qui ont permis la production des fractures béantes par lesquelles le magma fondu a pu s'élever jusqu'à la surface.

Voici sommairement les observations que m'ont suggérées les études faites en vue de coordonner les contours de la carte au millionième (1) : les bouches de sortie volcanique du centre de la France sont tout entières condensées dans un triangle dont le sommet, tourné vers le Nord, est situé dans la vallée de l'Allier entre Vichy et Moulins. Les côtés en sont respectivement formés : 1^o à l'Ouest par la traînée N. NE. jalonnée sur le terrain par les lambeaux houillers de Noyant, Pontaumur, Champagnac; 2^o à l'Est par la faille N. NO. du Forez, dont une digitation aboutit à Vichy et qui, déjà reconnue par Gruner, met en contact les terrains paléozoïques de la Loire avec le granite des montagnes d'entre Loire et Allier.

Si nous nous bornons à délimiter les principaux massifs volcaniques, nous pourrions placer, au Sud, la base de ce triangle le long des grandes failles E. O. que M. Georges Fabre a tracées dans

(1) Il est utile de suivre ces explications sur la carte au millionième et les feuilles de Clermont, Brioude, Lyon, Saint-Etienne, etc., publiées par le service de la Carte géologique de la France.

le Jurassique des plateaux des Causses. On aurait ainsi, vers le sommet, la ligne N. S. des Puys; le long du côté occidental, les grands cones démantelés du Mont-Dore et du Cantal, reliés entre eux par les épanchements basaltiques du Cézalier et projetant vers le Sud-Est le massif également basaltique de l'Aubrac.

Le côté oriental du triangle serait jalonné au Nord par les nombreux pointements basaltiques intrusifs des environs de Montbrison (1), puis au Sud par les massifs irréguliers du Puy, que prolonge vers le Sud-Est le plateau basaltique en partie miocène des Coirons.

Enfin le centre serait occupé par les pépérites et les basaltes de la Limagne et par le massif phonolitique de la Chaux Mongros, près Billom.

Or, la particularité stratigraphique de ce triangle est qu'il sert de charnière à un changement complet de direction des rides montagneuses de la chaîne carbonifère (2) à laquelle M. Marcel Bertrand a proposé d'attribuer le nom de système hercynien : jusqu'à la faille du Forez, les plis de ce système sont NE et ils suivent cette direction depuis la Saxe (3) jusqu'aux bassins d'Autun, du Creuzot, du Beaujolais, de Sainte-Foye et de Saint-Etienne, en passant par les Vosges : nous venons d'énumérer sommairement les principaux synclinaux qui doivent se heurter du N. au S. à la faille du Forez (direction *Niederland* ou *Varisque* de M. Suess).

Au-delà de la traînée houillère si rectiligne qui va de Noyant à Champagnac, et qui nous paraît constituée par le dépôt du Houiller supérieur dans une vallée de fracture, les plis hercyniens affectent une direction générale NO., presque à angle droit sur la direction précédente, surtout si l'on en considère les rides les plus méridionales. C'est le régime breton qui succède au régime cévenol; cet angle devient d'ailleurs de plus en plus obtus si l'on s'élève vers le Nord, et la traînée des départements du Nord et du Pas-de-Calais nous en permet une évaluation approximative (environ 135°). C'est le système *hercynien* proprement dit ou *armoricain* de M. Suess.

Il serait extrêmement intéressant de pouvoir suivre, des Vosges et de la Sarre à la Bretagne, les plis synclinaux dans lesquels apparaît le Carbonifère. Un seul se prête avec netteté à cette étude,

(1) Le Verrier, *Bull. Carte géol.* n° 15, août 1890, page 18.

(2) Dans un récent et remarquable travail sur l'histoire du Plateau central, M. Fouqué pense que le ridement breton est à rapporter à un soulèvement antérieur. Cette opinion est certainement en partie justifiée par les discordances du Cotentin. (*Séance publique des cinq Académies*, 25 Octobre 1890).

(3) Michel Lévy et Choulette, *Annales des mines*, t. XVIII, 1870, page 43 du tirage à part.

au passage du Plateau central. C'est celui qui, de l'Est à l'Ouest, comprendrait le Beaujolais, la Loire (considérés dans leur ensemble comme un grand synclinal), les lambeaux tordus et rejetés vers le Nord de la Prugne, de Ferrière et de Cusset, puis la trainée de tufs orthophyriques anthracifères d'Aigueperse, de Châteauneuf, de la Creuse et le lambeau de Carbonifère marin d'Evaux, se prolongeant vraisemblablement en Bretagne par le bassin d'Ancenis.

Cette trainée montre avec évidence, au voisinage de la faille du Forez, une torsion et un rejet vers le Nord, qui rendent vraisemblable que la grande ligne Ronchamp — La Serre — Blanzay — Bert, doit avoir son prolongement vers Commentry et vers le bassin de Laval (1).

Plus au Sud, les assimilations deviennent très-hypothétiques; cependant on peut encore supposer que le bassin vendéen de Chantonay a sa suite naturelle vers Brive et Figeac, et peut-être vers St-Etienne (2), dans un même synclinal des terrains primitifs (3).

Nous n'admettons pas que la trainée Noyant-Champagnac fasse partie des plis synclinaux varisques, dont nous cherchons la trace à travers le Plateau central. Nous avons rapporté cette trainée à une zone d'effondrement linéaire, à une sorte de *caledonian canal* (4), traversant la région à l'époque du Houiller supérieur.

Quoi qu'il en soit, on voit par cette esquisse sommaire, le rôle joué par le futur triangle volcanique à l'époque du soulèvement hercynien.

Il nous reste à chercher l'influence du soulèvement des Alpes sur cette ancienne charnière, préparée à subir facilement les dislocations à venir.

M. Julien (5) a déjà cherché à lier, par une relation de synchronisme, le soulèvement des Alpes à l'apparition des volcans de la France centrale; en même temps il faisait ressortir que le bassin

(1) L'étude si intéressante de M. de Launay sur la schistosité des gneiss aux environs de Commentry, ne nous paraît pas infirmer cette conclusion. Voir *Bull. Soc. Industrie minérale*, 3^e série, t. II, 1888, et *Bull. Soc. géol.*, 1888, XVI, 1045.

(2) Dans cette étude sommaire, je me sers de mes propres documents et de ceux publiés par MM. Le Verrier (feuilles de Roannes et de Montbrison), Termier (Saint-Etienne, Monistrol), De Launay (Montluçon, Moulins), et Mouret (Brive).

(3) Mouret, Bassin houiller et permien de Brive. *Mémoire sur les Topographies souterraines françaises*, 1891.

(4) M. Suess est d'un avis opposé (*Antlitz der Erde* II, 136); mais des trainées NO.-SE. de Houiller supérieur existent dans les régions à direction franchement varisque (La Chapelle-sous-Dun, l'Arbresle, etc.) et montrent que cette formation a parfois envahi des cluses transversales aux plissements.

(5) *Annuaire du Club-Alpin*, 1879 et 1880, p. 446.

tertiaire de la Limagne occupait le fond d'un synclinal et devait primitivement s'étendre au-delà des limites qu'il atteint actuellement.

Dans une note récente, nous avons pu suivre de plus près les mouvements subis par le bord oriental du Plateau central, lors du soulèvement des Alpes, et préciser surtout la nature des effondrements et des fractures qui ont suivi le dernier contre-coup des pressions latérales, développant ainsi, sans les contredire, les idées de M. Suess sur le rôle respectif des zones plissées, des zones d'effondrement et des *horst*.

Nous avons tenté (1) de démontrer que le Plateau central n'a pas joué, tout entier, à l'époque Alpine, le rôle d'un *horst* immobile et inflexible. Il a subi des plissements à grands rayons de courbure, dont les clefs anticlinales se sont généralement effondrées, dont les fonds synclinaux ont été parfois surélevés, parfois enfoncés; la vallée du Rhône, celle de la Loire, celle de l'Allier, coïncident avec les axes synclinaux; les montagnes d'entre Saône et Loire, d'entre Loire et Allier, enfin le plateau primitif entre l'Allier et la trainée houillère Noyant-Champagnac, paraissent coïncider avec les voûtes anticlinales. Ce sont les parties de ces voûtes, comprises dans le triangle précédemment défini, qui servent de soubassement aux massifs volcaniques; nous aurons plus tard la preuve que les tassements et le jeu des failles qui les traversent se sont certainement continués pendant le Pliocène à *Mastodon arvernensis*.

Une autre preuve évidente que les pressions horizontales, venant du Sud-Est, ont puissamment agi sur le bord oriental du Plateau central qui y a localement cédé, consiste dans les phénomènes de torsion subis par toute la région du Beaujolais, du Maconnais et du Charollais; l'étude détaillée des failles et des décrochements de ce district donne le plus bel exemple du conflit de deux séries successives de mouvements (2) produisant, comme résultat définitif, un réseau de fractures tout à fait analogue à celui que M. Daubrée fait naître expérimentalement en tordant des glaces épaisses. Le système de plis carbonifères NE. est ici traversé par une série de décrochements NO. anciens et en partie minéralisés (filons de quartz, etc.) qui, cédant aux poussées venant du Jura, ont successivement rejeté vers l'Ouest les voussoirs septentrionaux, transformant la direction NE. primitive en une trainée NS. parallèle aux plis méridionaux du

(1) Michel Lévy, Mont-Blanc, *Bull. du service de la carte géol. de France*, t. I, 1889-1890, n° 9.

(2) Suess, *Antlitz der Erde*, I, 163.

Jura: Toute action analogue cesse dès que le Jura s'est courbé lui-même dans la direction NE. en s'appuyant contre les Vosges.

Dans la fig. 1 de la Pl. XXII, nous avons essayé de résumer le tracé des principaux plis et des fractures importantes de la région volcanique du Plateau Central.

LÉGENDE DE LA FIGURE 1, Pl. XXII.

a. Chaîne des Puys.	f. Massif de l'Aubrac.
b. Etoilement septentrional du Mont-Dore	g et h. Massifs du Puy
c. Id. méridional Id.	k. Les Coirons.
d. Cézallier.	m. Limagne.
e. Cantal.	n. Loire.

Plissements carbonifères (1).

2. Synclinal de Vienne à St-Vallier dans les Micaschistes (d'après M. Termier) (2).

4. Synclinal de Vienne à Heyrieu, dans le Cambrien (3), avec lambeaux houillers.

5. Anticlinal du Pilate dans les Gneiss à cordiérîte (d'après M. Termier) (2).

6. Synclinal de St-Etienne, prolongé hypothétiquement vers l'Ouest.

7. Anticlinal de Lyon dans les Gneiss à cordiérîte (3).

8. Pli faille de Ste-Foy l'Argentière.

9. Anticlinal granitique de Fleurie, St-Forgeux, etc., redressé vers le Nord par les décrochements du Beaujolais.

10. Synclinal du Carbonifère du Beaujolais, de la Loire, de l'Allier, se prolongeant nettement vers l'Ouest par Châteauneuf, Evaux, etc.

12. Synclinal effondré de Ronchamp, la Serre, Blanzay, se prolongeant hypothétiquement par Commentry.

13. Anticlinal granitique de Luzy.

14. Synclinal du Carbonifère du Morvan comprenant latéralement au Sud le bassin effondré d'Autun et prolongé hypothétiquement vers Decize.

15. Anticlinal granitique de Château-Chinon.

16. Synclinal porphyrique de Montreuillon, Saint-Saulge.

17. Anticlinal granitique de Lormes.

18. Synclinal gneissique, porphyrique et houiller de Saulieu.

(1) Les nombres impairs sont réservés aux anticlinaux.

(2) Bull. Carte géol. de France, n° 1, 1889.

(3) Michel Lévy. — Feuille de Lyon au $\frac{1}{80000}$.

Plissements tertiaires.

1. Anticlinal des Aiguilles rouges (correspondant probablement à un anticlinal carbonifère-permien).
2. Flysch du Chablais (avec une crête anticlinale antérieure au Flysch, près des Gets).
4. Mollasse de Genève.
3. Jura.
6. Pliocène du Rhône (effondrement).
7. Anticlinal du Charollais et des montagnes d'entre Saône-et-Loire, prolongé hypothétiquement vers la Lozère.
8. Synclinal des bassins tertiaires de la Loire (effondrement).
9. Anticlinal du Forez et du Morvan.
10. Synclinal des bassins tertiaires de l'Allier.
11. Anticlinal ou *horst* du Mont-Dore et de la Chaîne des Puys, au pied duquel se sont tassés les divers voussoirs précédents.

Nous avons omis à dessein, jusqu'à présent, de chercher à résumer l'agencement des terrains archéens dans le triangle qui nous occupe; cet agencement, fort complexe, est encore mal connu en certains points.

Sur le versant du Rhône, les gneiss et les micaschistes affectent une schistosité N. NE. et NE., et leurs plis, bien mis en évidence sur les feuilles de Lyon (1) et de St-Etienne (2), sont parallèles à ces directions, de telle sorte qu'en général les synclinaux contiennent les lambeaux précambriens et les bassins houillers, tandis que les anticlinaux laissent affleurer, après érosion, les massifs alignés de granite.

Mais, si l'on s'avance vers l'Ouest et que l'on passe la prolongation de la faille du Forez, le granite domine; il constitue, entre la Loire et l'Allier, un vaste éperon N. NO. qui s'avance vers le Nord jusqu'à St-Léon (Allier).

Les études de MM. Le Verrier, Termier et Boule établiront dans leurs détails la nature du soubassement volcanique du Velay. Deux digitations, également granitiques, s'en détachent vers l'Ouest; l'une passe sous la chaîne des Puys et une partie du Mont-Dore, et va se relier au granite de Guéret, remplissant ainsi le sommet du triangle volcanique vers le Nord.

L'autre lui sert de base au Sud (3); les basaltes de l'Aubrac lui sont

(1) Michel Lévy, Montagnes du Lyonnais, *Bull. Soc. géol.* 1887, t. XVI, 216 et 1889, Carte géol. détaillée de la France au $\frac{1}{800000}$.

(2) Termier, 1889, Carte géol. détaillée de la France au $\frac{1}{800000}$.

(3) Fouqué, 1883, feuilles de Saint-Flour et Aurillac.

superposés et elle est tangente aux massifs du Puy en Velay et du Cantal.

Les plages irrégulières, laissées libres par le granite, sont remplies à l'Est par des gneiss granulitiques, à l'Ouest par des micaschistes. Dans la région septentrionale, leur schistosité est généralement NS, leur plongement variable (Ouest aux environs de Sauxillanges, de Pontgibaud, Est le long de la Miouse).

Les trainées d'amphibolites, qui paraissent devoir être rapportées à des bancs métamorphiques particulièrement riches, dès l'origine, en chaux et en magnésie, sont fort intéressantes à suivre comme procurant des témoins, plus fidèles que la schistosité, des contournements subis par les strates primitives. J'ai pu en suivre un vaste alignement N E, très régulier et très important sur plus de 25 kilom., entre Brignais et Valfleury (feuille de Lyon). M. Termier l'a vu disparaître sous le bassin de Saint-Etienne. Intercalé entre les gneiss et les micaschistes du Pilate, ce niveau constitue le flanc méridional du pli anticlinal des terrains primitifs du Lyonnais; il a pour pendant, sur le flanc septentrional du même pli, une partie des schistes chloriteux et amphiboliques de la vallée de la Brévenne.

Ces niveaux basiques ont pour équivalents, au-delà du grand dyke granitique du Forez, les amphibolites marquées par M. Fouqué (1) aux environs de Brioude, de Saint-Flour et de Marcenat.

Elles décrivent en gros autour de Brioude une sorte de ∞ horizontal et renversé, noyé dans les gneiss, mais suivant à l'Est, au Sud et à l'Ouest les lambeaux de micaschistes de la Chaise-Dieu, Chaudes-Aigues et Aurillac. La branche occidentale est tronquée et vient buter contre la trainée houillère Noyant-Champagnac.

Les strates précambriennes ou tout au moins les lambeaux de schistes antérieurs au granite et présentant les premières roches clastiques indubitables, n'apparaissent que sur la feuille de Clermont, au centre du triangle volcanique. Par leur situation, elles semblent singulièrement discordantes avec les gneiss et les micaschistes.

Leur plus importante trainée s'étend d'Enval au saut de la Pucelle; elle est presque partout bouleversée, disloquée et injectée par le granite qu'elle touche exclusivement au Nord (Bovaleix, Puy Chopine), à l'Est (Laschamp, Aydat, Pradas) et au Sud (Lac Chambon). A l'Ouest, au contraire, elle paraît reposer sur les gneiss aux alentours d'Alagnat. Mais vers Nébouzat elle se trouve de nouveau en contact avec le granite.

(1) Fouqué, Carte géol. détaillée de la France, 1882.

Tel est également le cas, sur le flanc oriental de la Limagne, pour un lambeau assez important de schistes, vers les Rochiers entre Neuville et Sermentizon.

Ainsi en Auvergne, comme en plusieurs autres régions de la France (1), le granite paraît s'être insinué entre les gneiss et mica-schistes d'une part, et d'autre part les schistes franchement clastiques qui leur ont succédé et auxquels il est aussi postérieur ; il semble en avoir fait flotter au-dessus de lui des lambeaux très importants, tels que celui sur lequel repose une partie des Puys quaternaires ; nous verrons plus loin que le dyke trachytique du Puy Chopine a soulevé et rapporté au jour précisément le contact des deux roches.

C'est au milieu de cet ensemble si complexe que se sont ouvertes les cheminées volcaniques du Plateau central. Bien que divers centres présentent des témoins de toutes les époques d'éruption, il est cependant constant que les déjections les plus anciennes ont été plus abondantes vers la base de notre triangle volcanique que vers son sommet (basaltes miocènes d'Aurillac et des Coirons, dômite et série inférieure du Cantal (2), phonolites inférieurs du Meygal et du Puy en Velay) (3).

C'est vers le Nord du triangle, dans la chaîne des Puys, qu'il faut rechercher les plus abondantes éruptions quaternaires et notamment les seuls témoins acides de ces éruptions.

On remarquera enfin que les principales bouches de sortie du Cantal, du Mont-Dore et des Puys sont alignées suivant un faisceau de fracture N. NE., sensiblement parallèle à la fosse houillère effondrée qui forme le côté occidental du triangle ; les nœuds de ce faisceau, c'est-à-dire les bouches de sortie, se sont de moins en moins ouverts et de plus en plus multipliés à mesure qu'on s'avance vers le Nord.

Telles sont les quelques observations d'ordre général que nous suggèrent la position et la nature du soubassement des massifs volcaniques du centre de la France. Ils coïncident avec un coude brusque des plis hercyniens et c'est aux tassements qui ont suivi la réaction du soulèvement alpin sur cette sorte de charnière qu'il faut probablement attribuer l'ouverture des fractures béantes par lesquelles le magma fondu s'est élevé jusqu'à la surface de la terre.

(1) Voir notamment les exemples excellents à l'Ouest de l'Arbresle sur la feuille de Lyon.

(2) Fouqué, feuilles de Brioude, Saint-Flour, Aurillac et Massiac.

(3) Termier, Eruptions du Meygal, *Bull. de la Carte*, t. II, n° 13, 1890. — Boule. *Bull. Soc. Géo.* 3^e série, t. XVII, 270.

La Chaîne des Puys

par M. A. Michel Lévy.

Pl. XX et XXIII.

I. OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Composition. — La chaîne des Puys est constituée par une bande de dômes et de cones volcaniques, d'une longueur totale d'environ 30 kilomètres, comptée entre le Puy de Monténard au Sud et celui de Beaunit au Nord.

A part un petit nombre d'exceptions, les bouches de sortie sont régulièrement groupées le long de la ligne de faite, en forme de vaste plateau, qui sépare la vallée de l'Allier de celle de la Sioule : il est rare qu'on puisse compter plus de trois dômes ou cones à cratères dans la largeur de la bande, qui ne dépasse pas un maximum de cinq kilomètres.

Cette bande centrale comporte cinq dômes dont trois en forme de chaudron renversé, plus ou moins réguliers, et plus de cinquante cones de projection avec cratères conservés.

A l'Est, quelques cratères s'avancent jusqu'aux bords de la Limagne (Puy de Gravenoire, de Montjoli, de Chanat, de la Bannière), à une distance maximum de 10 kilomètres de la chaîne. De même, à l'Ouest, on compte également quelques cones (Puy de Compéret, Chalusset, etc.), détachés de la traînée centrale.

Au Sud, on doit rattacher à la chaîne des Puys les volcans quaternaires isolés du Tartaret, de Montchal (Lac Pavin), de Montcineyre et même de la Godivelle; ce prolongement d'au moins 20 kilomètres confirme l'amplitude des phénomènes de fracture auxquels la chaîne des Puys doit son origine.

Formes. — On sait que la série des déjections comporte une grande variété de roches : des trachytes à 62 % de silice, des andésites (55 à 58 %), des labradorites (53 à 55 %); enfin des basaltes très feldspathiques (50 %).

Toutes ces roches se retrouvent dans les débris projetés qui constituent non seulement les cones à cratères, mais le sol même de la bande centrale. Les trachytes ne forment pas de coulées étendues.

Les autres déjections des Puys, andésites, labradorites et basaltes, ont fourni de vastes et longues coulées qui se dirigent tantôt du côté de l'Est et sont descendues jusque dans la vallée actuelle de la

Limagne, tantôt du côté de l'Ouest où elles ont, à diverses reprises, barré le cours de la Sioule.

Il est remarquable que les principales coulées de labradorites soient dirigées vers l'Ouest; les andésites ont coulé surtout vers l'Est et sont cantonnées dans le Nord de la chaîne. Quant aux basaltes, leurs principales coulées sont également orientales; ce sont elles qui atteignent les plus grandes longueurs (coulée inférieure de la Vache, 14 kilomètres; du Tartaret, 18 kilomètres); elles sont en général assez étroites et témoignent ainsi d'une grande fluidité.

Celles de labradorites et d'andésites sont plus pâteuses; elles vont moins loin (coulée d'andésite du Pariou à Nohanent 8 kilomètres, labradorite de Côme à Pontgibaud 8 kilomètres), mais elles s'étalent et peuvent atteindre une assez grande largeur (même labradorite au droit du camp de Chazaloux 4 kilomètres, andésite de Volvic au pied du cône de la Nugère 2 kilomètres 1/2).

Au point de vue des masses épanchées, les labradorites paraissent dominer; les basaltes les suivent de près. Les andésites sont beaucoup moins abondantes.

Soubassement. — Si l'on prend, pour direction moyenne de la chaîne des Puys, la ligne droite tirée du Puy de Monténard à celui de Beaunit, on trouve qu'elle se dirige N 3° E, c'est-à-dire sensiblement suivant le méridien vrai. Lorsqu'on remonte cet axe du Sud vers le Nord, on le voit reposer successivement sur les terrains suivants (voir fig. 3, p. 700): le Puy de Monténard est assis sur les schistes précambriens de Pradas; du Puy de la Rodde au Puy de la Vache, le soubassement est constitué par le granite à amphibole passant à la syénite et à la diorite, qui affleure entre Aydat et la Cassière et que nous y verrons englober d'innombrables débris de schistes précambriens basiques (cornes vertes, schistes pyroxéniques et amphiboliques).

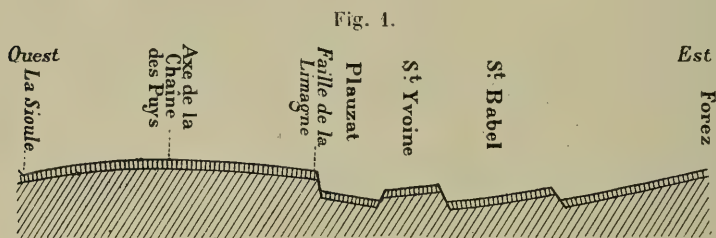
Plus au Nord et à l'Ouest, de Montchal au Puy de Laschamp, les schistes précambriens acides dominant de nouveau: ils sont à l'état de leptynolites près Releine, de schistes graphiteux et sériciteux près Alagnat, micacés et maclifères près Laschamp, où le granite les touche.

A partir du Puy-de-Dôme, le soubassement paraît formé par une bande E. NE. de gneiss à cordiérite qui s'étend de Ternant à la Gardette en passant par Orcines; les cratères de Côme et de Pariou et les principaux dômes de trachytes sont assis sur ces gneiss, auxquels succède vers le Nord une vaste étendue de granite englobant encore des lambeaux discontinus de schistes précambriens. On

sait que le Puy Chopine a ramené au jour un témoin de ces englobements qui reparaissent en lambeaux à l'E. NE., au-dessus d'Argnat.

Si l'on admet (voir page 695) que le granite s'est introduit entre les gneiss et les schistes précambriens, on voit que la trainée des Puy croise, vers son centre, la ligne sinueuse qui jalonne actuellement l'affleurement intrusif; l'axe central de cette trainée repose d'ailleurs fréquemment sur les lambeaux précambriens qui ont flotté sur le granite.

Les travaux de Lecoq, de M. Julien, et nos propres tracés ont mis hors de doute que ce plateau primitif, d'une altitude moyenne de 900 mètres et d'une composition si complexe, était extraordinairement aplani à l'époque tongrienne; il est certain que les calcaires infratongriens à striatelles et les arkoses tongriennes l'ont recouvert en majeure partie vers le Sud, jusqu'à la ligne NO-SE qu'on peut tracer entre Olby et Olloix (voir Pl. XXIII, coupe n° 2). On sait que M. Julien a découvert le niveau à *Potamides Lamarcki*, au-dessus de Pradas, à une altitude de plus de 1000 mètres. Une partie de l'Aquitanien lui-même a donc dû recouvrir les hauts-plateaux actuels et la coupe précitée met en évidence la façon dont ce manteau tertiaire s'étend encore sous les déjections volcaniques au Nord et à l'Est du Mont-Dore, au Sud de la chaîne des Puy; cette coupe passe par le vussoir relevé de Saint-Yvoine, entre Coudes et Font-Crépon, qui a jadis formé le fond du synclinal à grand rayon de courbure de la Limagne. Puis, vers l'Est, les lambeaux tertiaires étagés sur les flancs du Forez, plongent régulièrement à l'Ouest en formant un profil en dents de scie (fig. 1).



Vers l'Ouest, au contraire, la voûte se profile assez régulièrement et ne présente qu'un accident : la faille qui longe le bord de la Limagne et qui a déterminé l'enfoncement du vussoir Plauzat-St-Sandoux, succédant au vussoir surélevé de Saint-Yvoine. La coupe met d'ailleurs en évidence que l'arête culminante de l'anticlinal coïncide précisément avec l'axe de la chaîne des Puy; le plongement se fait ensuite régulièrement vers la Sioule.

Les coupes pratiquées plus au Nord (voir le profil n° 1, Pl. XXIII) permettent de supposer que l'érosion seule a fait disparaître le manteau tertiaire du plateau granitique avant les projections volcaniques : le voussoir surélevé de Saint-Yvoine s'efface progressivement ; le voussoir de Plauzat se réunit au voussoir de St-Babel pour s'étendre sous la Limagne, la faille du bord de la Limagne se poursuit dans la direction N. NO. Derrière elle, à l'Ouest, les arkoses tongriennes plongent fortement vers l'Est et se redressent comme pour escalader le plateau contre lequel elles sont adossées ; à Royat, au Puy Chateix le plongement dépasse 30° ; au pont de Ceyrat il y a un redressement presque vertical. Mais cette bordure cesse rapidement et toute trace de dépôt tertiaire disparaît vers l'Ouest au-dessus du parallèle passant par Olby. La coupe schématique est donc la suivante :

Fig. 2.



Fractures de sortie. — Cette coupe s'accommode d'une hypothèse qui consisterait à représenter le pays comme ayant subi, lors du soulèvement principal des Alpes, un plissement à très grands rayons de courbure. Puis, le plateau granitique des Puy's aurait réellement joué le rôle de *horst* et la Limagne et le Forez tout entiers se seraient tassés à l'Est de ce horst, produisant des compressions souterraines qui ont facilité l'ascension du magma fondu interne. Remarquons encore une fois ici que ce tassement et les failles corrélatives se sont produits et ont rejoué jusqu'à l'époque du Pliocène (failles de Perrier, de la Bourboule, etc.).

En tout cas, les fractures qui ont donné passage aux déjections volcaniques, ne paraissent pas accompagnées de dénivellations importantes ; la coupe n° 2, Pl. XXIII, en témoigne avec une netteté suffisante pour ne laisser prise à aucun doute.

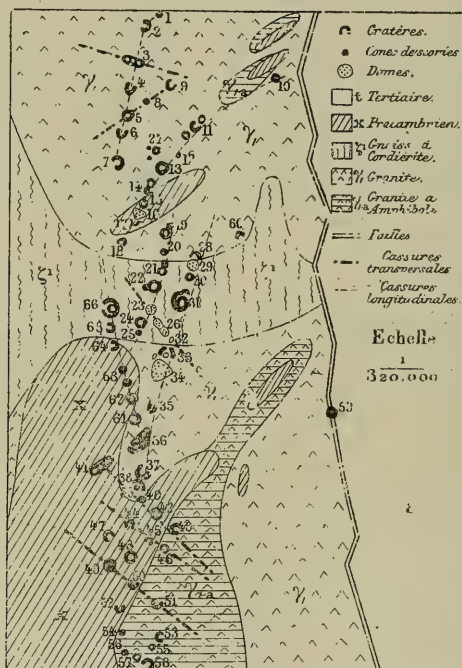
On a souvent écrit que les Puy's volcaniques sont rangés en deux

lignes principales, parallèles à l'axe de la chaîne. Nous avouons que ces deux files alignées ne nous paraissent pas évidentes. Il est au contraire très difficile de se faire une idée des fractures secondaires dont le croisement avec l'axe principal N. NE a dû présider à l'ouverture de chaque cratère (1).

Au Sud du Puy Pelat, près Laschamp, les cones cratériformes ont une tendance évidente à se grouper sur des alignements NO ; tel le groupe Vichatel — Montchal — Montgy ; tel encore celui de la Vache — Lassolas — Montillet.

Du Puy Pelat au Puy de Côme, il y a plus de dix bouches bien alignées N. NO ; du Puy de Barne au petit Puy de Sarcouy, il y en a aussi une dizaine dans une direction N. NE qui se croise avec la précédente au Puy de Monchié, dont les cratères appartiennent bien au dernier alignement ; il comprend aussi deux dômes trachytiques, le Puy-de-Dôme et le Sarcouy ou Chaudron.

Fig. 3.



(1) Voir à ce sujet la synthèse si remarquable des volcans de l'Amérique centrale par M. Suess. *Antlitz der Erde*, I, 115 et suivantes.

LÉGENDE DE LA FIGURE 3.

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Cone de Veygoux. | 33. Cratère du Nid de la Poule. |
| 2. Cratère de Beaunit. | 34. Puy-de-Dôme (domite). |
| 3. Puy à cratères multiples de Verrières. | 35. Cratère de Grosmanaux. |
| 4. Cratère des Bannières. | 36. Cratères multiples de Montchié. |
| 5. Cratère sans nom. | 37. Cratère de Laschamp. |
| 6. Cratère de Tressoux. | 38. Cratère de Lamoreno. |
| 7. Cratère de Louchadière. | 39. Cone de Montchar. |
| 8. Cone de La Goulie. | 40. Cone de Pelat. |
| 9. Cratère de Pagniat. | 41. Cratères multiples de Barme. |
| 10. Cone de la Bannière. | 42. Cratère de Mercœur. |
| 11. Puy à cratères multiples de la Nugère. | 44. Cratère de Mey. |
| 12. Cone de la Raviole. | 44. Cratère de Montillet. |
| 13. Cratère de Jumes. | 45. Cratère de Lassolas. |
| 14. Cone et cratère de Coquille. | 46. Cratère de La Vache. |
| 15. Cratère de Leyronne. | 47. Cratère du Pourcharat. |
| 16. Puy domitique de Chopine. | 48. Cratère de Montjugheat. |
| 17. Cratère de la Goutte. | 49. Cratère de Montgy. |
| 18. Cratère de Lantégy. | 50. Cratère de Montchal. |
| 19. Cone et cratère de Chaumont. | 51. Cratère de Vichatel. |
| 20. Cone de Porcherolle. | 52. Cratère de La Taupe. |
| 21. Petit cone et cratère du Creux Morel. | 53. Cratère de Charmont. |
| 22. Cone et cratère de Fraisse. | 54. Cone de Broussoux. |
| 23. Puy domitique du Clierzou. | 55. Cone de Fontcleirant. |
| 24. Cratère du Grand Suchet. | 56. Cone de Combegrasse. |
| 25. Cone sans nom. | 57. Petit cratère de Chalard. |
| 26. Puy domitique du Petit Suchet. | 58. Cratère de la Rodde. |
| 27. Petit cratère et cones de Tuniset. | 59. Cone de Gravenoire. |
| 28. Cratère du Petit Sarcoui. | 60. Cone de Chanat. |
| 29. Puy domitique du Grand Sarcouy (Chaudron). | 61. Cratère de Salomon. |
| 30. Cratère des Goules. | 62. Cratère de Besace. |
| 31. Cratères multiples du Pariou. | 63. Cone de Grand et Petit Sault. |
| 32. Petit cratère sans nom. | 64. Cratère de Filhon. |
| | 65. Cratère de Barmet. |
| | 66. Cratère de Côte. |

Un alignement secondaire, également N. NE et parallèle au précédent, irait du Grand Suchet au Puy de Chaumont (quatre bouches) et comprendrait le Puy domitique du Clierzou.

Puis, au Nord de la chaîne, on peut encore distinguer la traînée N. NE allant de Louchadière à Beaunit (six bouches) et l'alignement NE de Lantégy à la Bannière par la Nugère (neuf bouches), qui comprend le puy domitique de Chopine.

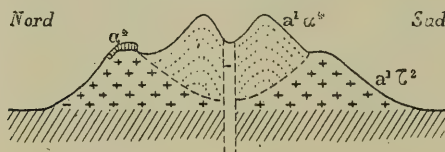
Ces alignements, en somme très complexes et fort hypothétiques, ont été reportés sur le croquis ci-joint qui figure également le sou-bassement des Puy.

II. AGES RELATIFS DES ÉRUPTIONS.

Les *trachytes* et les projections acides, réunis sous le nom local de *dômite* (τ^2 de la carte), sont certainement antérieurs aux autres déjections des Puy : les projections basaltiques du Nid de la Poule, du Puy des Goules, andésitiques du Pariou, reposent avec évidence sur les flancs des dômes voisins. La plupart des cratères ont projeté de petits fragments de *dômite* arrachés à leurs cheminées et qu'on retrouve mêlés aux cinérites plus basiques qui constituent les cones et le sol du plateau. Parfois même de gros blocs de trachyte ont été ainsi projetés et sont venus retomber assez loin sur les coulées solides : témoins celles de Louchadière et du Pariou.

Un autre fait qui vient à l'appui de l'ancienneté relative de la *dômite*, est le suivant : dans certains cratères doubles, tels que le Pariou, dont l'enceinte extérieure, en partie démantelée, est visiblement plus ancienne que le cone intérieur, ce dernier est principalement composé de scories andésitiques de même nature que les laves qui ont coulé au pied du volcan ; tout au contraire, le cone extérieur est presque exclusivement composé de fragments de *dômite* : le premier effort des projections a été employé à briser et à rejeter la *dômite* antérieurement consolidée.

Fig. 4.
Coupe NS. du Pariou.

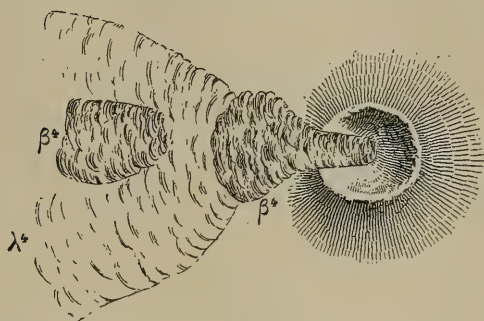
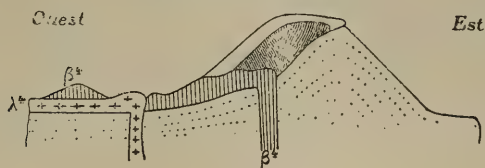


Quant aux déjections, il convient, dans une première approximation, de réunir les andésites (α^4) et les labradorites (λ^4) et de constater qu'il existe de nombreuses coulées basaltiques antérieures (β^3), recouvertes par ces andésites et par ces labradorites. Tels sont les basaltes de Saint-Genest-l'Enfant recouverts par l'andésite de Volvic ; celui du petit Puy-de-Dôme, qui se perd sous l'andésite du Pariou, branche de Fontmort.

Les exemples sont encore plus nombreux à propos des labradorites ; nous citerons seulement le basalte de Theix sous la labradorite de Fontfreide, ceux de Peschadoire et de Mazaye sous les labradorites de Côme.

Il y a quelques rares exemples de francs basaltes (β^4) postérieurs aux labradorites. Le Puy de Louchadière présente un cratère égéoulé

Fig. 5.
Coupe de Louchadière



Plan

vers l'Ouest et rempli par un culot de basalte qui est le dernier effort de l'activité volcanique; ce basalte vient toucher la ride de sortie des labradorites qui se dirigent vers Pontgibaud; le long du chemin de la Cheire vers le Bouchet, on constate la présence de plusieurs monticules de basalte scoriacé qui recouvrent la labradorite.

Dès lors, forcé d'admettre un terme basaltique (β^4) postérieur aux labradorites, nous avons cru pouvoir nous en servir également pour désigner celles des coulées de basalte qui descendent le plus profondément dans les vallées quaternaires, ou qui recouvrent avec évidence des basaltes (β^3) plus anciens.

Ainsi la lave basaltique à grands cristaux de périclase et de pyroxène qui constitue la célèbre Cheire sortant du Puy de la Vache, recouvre un basalte plus ancien qui vient du Puy de Charmont, et se superpose également à la coulée basaltique aboutissant à Saint-Amand-Tallende.

Le basalte qui sort du Chuquet-Couleire et encombre le vallon de Fontana, est recouvert, à Royat même, par des coulées discontinues épanchées sur les flancs de Gravenoire. Ces coulées recouvrent des

sables avec débris basaltiques qui sont probablement contemporains (1) du niveau à *Elephas primigenius*. Le basalte inférieur β^3 est donc, en cet endroit, d'un âge assez reculé et tout au plus contemporain des débuts de l'époque quaternaire (que nous continuons à faire commencer après l'*Elephas meridionalis*).

Mais nous tenons à spécifier que plusieurs de nos β^4 peuvent fort bien être contemporains des andésites ou des labradorites.

Quant à l'âge réciproque de ces deux dernières séries, le fait que les andésites ont généralement coulé vers l'Est et les labradorites vers l'Ouest empêche la convergence de leurs principales coulées : un seul exemple nous reste, qui semble prouver que, vers le Château des Roches, l'andésite basique du Puy de Lantégy se cache sous la labradorite de Côme et, par conséquent, lui est antérieure.

D'ailleurs, nous verrons plus loin qu'au point de vue pétrographique, la parenté est intime entre toutes les déjections des Puy, abstraction faite du groupe de la dômite.

Ces réserves nous étant accordées, nous pouvons résumer, dans le tableau suivant, la liste des principales déjections des Puy, en commençant par les plus récentes :

β^4 Basaltes supérieurs.....	} Cones à cratères.
α^1 Labradorites.....	
λ^4 Andésites.....	
β^3 Basaltes inférieurs.....	
τ^2 Trachytes (Dômite).....	} Dykes et dômes.

III. AGE ABSOLU.

Le basalte β^4 du Tartaret supporte, à l'extrémité de sa coulée, vers Neschers, des atterrissements dans lesquels Croizet et M. Pomel ont découvert une faune de l'âge du Renne (2).

(1) Renseignements inédits de M. Munier-Chalmas.

(2) M. Boule me communique à ce sujet les renseignements suivants :

« Il a été trouvé beaucoup d'ossements de mammifères quaternaires dans la vallée de la Couze à Champeix, Neschers, Coudes, soit dans des alluvions véritables, soit dans des dépôts d'atterrissement formés par des éboulis. On en trouvera la liste dans le *Catalogue* de M. Pomel. Mais on ne paraît pas s'être attaché à fixer les relations de ces gisements avec la coulée de lave du Tartaret. Je fais exception pour celui de Neschers. Tout près de ce village, au pied de la coulée, M. Pomel a trouvé beaucoup d'ossements de Renne avec du Cheval, du Loup, un certain nombre de petits rongeurs, etc. Il y avait aussi une grande quantité d'ossements travaillés, des coquilles marines, des silex taillés. A l'époque de la découverte de M. Pomel, l'archéologie préhistorique ne nous avait pas révélé l'âge du Renne. Aujourd'hui

Une faune analogue se rencontre dans les fentes des coulées de Gravenoire (Pomel).

Enfin on a découvert à Font-Mort, sous l'andésite α^4 , des débris d'anciennes forêts et une défense peu déterminable d'Eléphant.

Ces diverses données fournissent un maximum bien net et démontrent que les coulées les plus récentes des Puy's sont tout au moins antérieures à la fin du Quaternaire.

D'autre part, nous verrons plus loin que les alluvions les plus anciennes contiennent surtout des galets des roches du Mont-Dore; le mélange des cinérites des Puy's avec les alluvions ne se fait que dans celles que nous avons marquées α^{1-b} et qui contiennent une faune quaternaire relativement récente.

Ces données, jointes au peu d'approfondissement subi par certaines vallées quaternaires après qu'elles ont servi de lit à des coulées basaltiques (Les Couses), labradoriques (La Sioule), andésitiques (vallons de Font-Mort, de Durtol), permettent d'assigner un âge relativement très jeune aux déjections qui ont accompagné la formation des Puy's à cratères; ils ont dû, au moins en partie, précéder immédiatement les époques historiques.

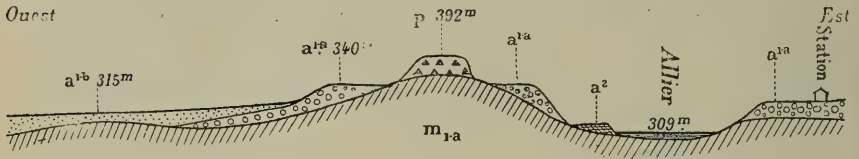
Les difficultés sont autrement grandes, lorsqu'il s'agit de préciser, tant soit peu, l'âge d'apparition de la dômite. Les uns, séduits par une comparaison pétrographique un peu superficielle, veulent y voir des témoins contemporains des éruptions trachytiques pliocènes du Mont-Dore et du Cantal, démantelés par les érosions pliocènes et quaternaires, et submergés ensuite par les produits des volcans modernes. A l'appui de cette hypothèse, M. Paul Gautier

personne n'hésiterait à voir, dans ce gisement, une station humaine, un abri sous roche, ce qui implique la préexistence de la coulée dont le front formait abri. D'ailleurs, M. Pomel nous apprend (*B. S. G. F.*, I s., t. XIV, p. 206) que « ces alluvions, presque entièrement privées de galets, reposaient au pied d'un escarpement de la lave du Tartaret et sur des blocs qui en ont été détachés ». Voilà le seul document précis que nous ayons, du moins à ma connaissance, pour fixer l'âge de la coulée du Tartaret. Celle-ci serait donc antérieure à l'âge du Renne. Elle ne saurait être beaucoup plus ancienne, car les alluvions situées en aval, vers Coudes, ont donné également une faune quaternaire. Les travertins de Coudes renferment sensiblement la même faune. Si on réfléchit qu'une coulée peut être l'œuvre d'un seul jour, on admettra que la position de la faune à *Cervus tarandus* au-dessus de la coulée n'entraîne pas nécessairement pour celle-ci une antiquité beaucoup plus reculée. Et comme elle repose sur des alluvions probablement identiques à celles qui renferment un peu plus loin une faune très voisine de la première, l'âge absolu est établi d'une manière aussi satisfaisante que possible.

» M. Pommerol a décrit récemment un abri préhistorique analogue à celui de Neschers et situé contre le β^3 de Blanzat. »

a signalé la présence de blocs de dômite au milieu des alluvions très anciennes (marquées p sur la feuille de Clermont) qui forment une terrasse élevée à l'Est de Lempdes, à une altitude de 380 mètres et à plus de 60 mètres au-dessus du niveau de l'Allier.

Fig. 6.
Coupe par la station de Pont-du-Château.



La coupe ci-jointe et les profils nos 3, 4 et 5 Pl. XXIII rendent compte des différentes natures d'alluvions que l'on peut distinguer aux environs de Lempdes et de Pont-du-Château. Sur les rides des calcaires à *Helix Ramondi*, souvent injectés de pépérites, les alluvions modernes a^2 (graviers, limons), constituent des nappes à 309 mètres d'altitude. Une première terrasse d'alluvions anciennes (a^{1-b}) s'étend entre 310 et 320 mètres, sur la rive gauche de l'Allier, et forme la plaine de la Limagne proprement dite. Surtout constituée par des limons, des sables et des graviers fins, avec petits débris de basalte, cette terrasse est recouverte vers l'Ouest par des cinérites projetées, entraînées par les eaux et par les vents.

Une seconde terrasse plus élevée (a^{1-a}), atteignant jusqu'à 340 mètres, forme un bourrelet sur les deux rives de l'Allier et en suit assez fidèlement le cours actuel; elle est constituée par des galets très roulés de quartz, de granite, et de diverses roches volcaniques où domine de beaucoup le basalte dit des plateaux; les graviers, accompagnant les galets, sont d'apparence nettement fluvatile; on y distingue des galets de trachyte et même quelques représentants d'andésite et de labradorite.

Au-dessus de ces diverses terrasses et souvent séparée d'elles par une bande d'affleurement des calcaires à *Helix*, on trouve, entre 360 et 390 mètres, une longue trainée de gros galets et de blocs à contours émoussés : quartz, granite, basalte compacte, trachytes variés incontestablement du Mont-Dore et, parmi eux, quelques blocs de trachyte blanc à mica noir ressemblant à la dômite. Le tout est parfois (au Nord de Vertaizon) emballé dans une boue glaciaire à peine remaniée, avec petits débris non roulés de basalte et de quartz.

Pour apprécier la portée de ce fait, il faut chercher à déterminer l'âge des alluvions dont il s'agit, leur origine, la nature exacte de leurs éléments.

Elles forment sur la rive gauche de l'Allier une traînée à peu près continue de 10 kilomètres de long, entre Chavaroux et Lempdes, dans une direction NNE ; au Nord, elles couronnent des côteaux de calcaire à *Helix*, comme en rend compte la figure 6, page 706 ; mais au Sud, elles s'adossent au flanc oriental des hauteurs du Puy de Bane et se présentent *avec évidence* dans la prolongation des brèches ponceuses, en partie glaciaires, de la montagne de Stras, au-dessus des Martres.

On peut d'ailleurs continuer à suivre la traînée glaciaire au-dessus de Veyre-Monton, et même jusqu'aux Puy de Monténard et de Baladou ; ce dernier est proche du haut massif de l'Angle, du Barbier, etc. (1729 mètres) ; la pente générale de ce glacier ressort de la coupe développée n° 3, Pl. XXIII ; à l'origine elle dépasse 10 % ; du Puy de Baladou à Veyre-Monton, elle est d'environ 2,3 % ; de Veyre-Monton à la Montagne de Stras et de cette dernière à Pont-du-Château, elle s'adoucit brusquement en même temps que les alluvions torrentielles remplacent progressivement les débris de moraine ; elle n'est plus que de 0,7 % environ. Comme terme de comparaison, la pente actuelle de l'Allier n'atteint pas 0,2 % entre Issoire et Pont-du-Château et son niveau moyen est, à Lempdes, de 60 mètres inférieur à la base de cette haute terrasse, tandis qu'à Veyre-Monton, le glaciaire est déjà à plus de 200 mètres au-dessus de la rivière.

La rive droite de l'Allier est d'ailleurs occupée par des dépôts absolument analogues : on peut suivre les uns (coupe n° 4, Pl. XXIII) depuis le pied du Puy de Mure, par Pérignat, jusqu'aux lambeaux glaciaires si curieux de la rive droite de l'Allier, au Sud de Saint-Maurice, à Binet, et ces lambeaux forment avec évidence la suite du glacier de Coudes, qu'on peut ensuite remonter par Saint-Julien, Montaigut, Grandeyrol, le plateau de Saint Nectaire et de Saignes, jusqu'au pied de la Croix Morand, à 1250 mètres d'altitude. Ici encore les pentes successives sont plus de 10 % à l'origine, 3 % entre le point 1250 mètres et Saint-Julien ; puis seulement 0,4 % de Champeix à Pérignat, à partir du point où le glaciaire fait place à des alluvions.

Ainsi, l'origine de la presque totalité des éléments composant les alluvions (p) des hautes terrasses aux environs de Lempdes, ne nous paraît pas douteuse : ce sont les alluvions des torrents qui sortaient des glaciers provenant du Mont-Dore ; cette conclusion

permet en même temps de fixer l'âge de ces alluvions ; elles ont dû commencer à se déposer à l'époque pliocène supérieure (et continuer peut-être pendant le Quaternaire le plus ancien) ; on s'explique en outre l'abondance des roches provenant indubitablement du Mont-Dore (1).

Quant aux trachytes blancs acides, à apparence dômitique, on en trouve dans les conglomérats glaciaires échelonnés entre Perrier et la montagne de Stras : sans doute, ils sont rares en coulées authentiques au Mont-Dore ; cependant on trouve de nombreux fragments de ces trachytes acides en blocs projetés dans la cinérite, notamment au-dessous de la partie orientale du Puy Gros ; on en trouve même des coulées au col de Dyane : ce sont des trachytes non augitiques, qu'il n'est pas possible de distinguer pétrographiquement de certaines variétés de dômite : l'existence des blocs découverts par M. Gautier aux environs de Lempdes n'aurait donc une application indubitable que si l'on pouvait en suivre une trainée, non pas vers les moraines provenant des glaciers du Mont-Dore, mais vers les traces d'alluvions qui descendent du plateau des Puy.

Or, non seulement ce n'est pas le cas, mais il est facile de démontrer que celles de ces alluvions qui auraient pu à la rigueur servir de véhicule à la dômite, n'en contiennent pas et qu'elles sont en outre à attribuer aux alluvions anciennes a^1 ; leurs côtes de niveau ne leur auraient pas permis de rejoindre les terrasses de Lempdes ou de Pérignat.

La coupe n° 3, Pl. XXIII montre les niveaux relatifs, 1° du terrain de transport à cailloux volcaniques variés marqué (avec doute) A et plaqué contre le pied du Puy-de-Dôme, au col de Ceyssat ; 2° des alluvions sur lesquelles repose la coulée de basalte β^4 qui descend

(1) Les documents paléontologiques, malheureusement trop peu nombreux, confirment l'attribution au Pliocène supérieur, des hauts niveaux d'alluvions de la Limagne (p). A la connaissance de M. Boule, les seuls débris fossiles qu'on y ait trouvés sont : 1° des débris d'Hippopotame, actuellement au musée de Riom et qui proviendraient de Randan ; 2° une belle tête de Mouflon décrite par M. Pommerol sous le nom d'*Ovis antiqua* et qui fait partie des collections du musée Lecoq. Cette pièce a été extraite de la sablière située au-dessus de Pont-du-Château, à 360 mètres d'altitude. On a aussi recueilli des fragments d'un Equidé. M. Pomel (*Catalogue...*) signale *Elephas meridionalis* des environs de Clermont, mais sans indication plus précise. Enfin M. Lartet (*Bull. Soc. géol.* 2^e série, t. XVI, Pl. XV. fig. 10) a décrit et figuré une molaire d'*Elephas meridionalis* trouvée à Randan dans les alluvions des hauts niveaux.

Les alluvions désignées par le symbole a^1 sont franchement quaternaires. Elles renferment une faune assez riche, dont les principales espèces sont, d'après MM. Pomel et Pommerol, *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Cervus tarandus*, *Bison europeus*, *Bos primigenius*, etc.

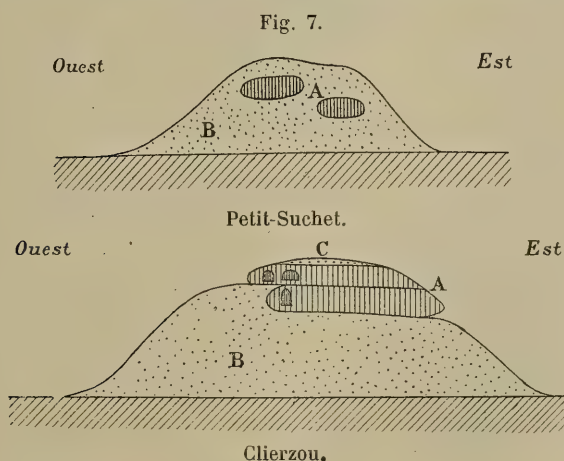
de Gravenoire à Beaumont et Aubière. Ces alluvions comprennent des sables rubéfiés, des calcaires concrétionnés avec aragonite, des cinérites remaniées par les eaux, enfin des blocs émoussés et des galets de quartz, de granite, de basaltes variés.

Elles sont coupées sur une grande longueur par la route de Clermont à Ceyrat et passent pour pouvoir représenter une moraine à peine remaniée par les eaux. Leur cote, à Beaumont, est de 435 mètres, à Aubière d'environ 400 mètres. Pour alimenter de blocs de dômite la trainée (p) vers Lempdes, il leur aurait fallu, de toute nécessité, contourner vers le Sud la colline du Puy de Barne, et rejoindre par conséquent cette trainée au droit du Cendre, où elle a dû se tenir à une altitude d'environ 430 mètres.

Dès lors, même en les faisant partir de Beaumont, ces alluvions n'ont pu rejoindre les hautes terrasses de l'Allier; elles ont visiblement alimenté les terrasses intermédiaires a^{1-a}. On remarquera d'ailleurs qu'elles ne contiennent pas de blocs de dômite.

La forme des principaux massifs de dômite a une importance considérable dans la question d'âge; nous ne connaissons pas ce trachyte en coulées bien nettes. Tantôt il affecte la forme de dykes puissants, parfois bréchiformes; tantôt il se présente en dômes excessivement réguliers qui rappellent certaines formes des laccolites américains, ou encore le sommet des culots de certains cratères à peine démantelés.

L'étude du Sarcouy, du Clierzou, du Petit-Suchet montre que des érosions un peu importantes auraient endommagé la forme de ces buttes si régulièrement profilées; le travail des eaux n'a dû enlever que les projections les plus meubles : la fig. 7 montre la répartition



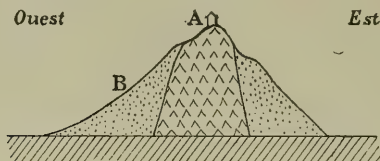
A. Trachyte en roche. — B. Parties gazonnées et peu cohérentes. — C. Projections et ponces.

des parties solides encore rocheuses, dans la constitution de deux de ces dômes.

Si donc, il y a eu intrusion et formation de laccolites, c'est tout à fait superficiellement au sein des projections de même nature, et presque à la façon des cumulo-volcans. La viscosité de la dômite est certainement le facteur le plus important de ce genre de gisement.

Les dykes sont souvent aussi noyés dans des projections de dômite acide; tel est le Puy-de-Dôme qui ne présente de roche trachytique A qu'en son centre (Fig. 8), et dont les flancs Est et Ouest sont composés de projections B, principalement formées de verre acide, de sanidine et de kaolin. Au Puy-de-Dôme, les coupes, montrées par les lacets du chemin de l'Observatoire, semblent témoigner d'une structure bréchiforme du dyke central.

Fig. 8.



Puy-de-Dôme.

Un autre dyke de trachyte perce les projections dômitiques au pied oriental du Sarcouy.

Le Puy Chopine, déjà parfaitement étudié par Poulett-Scrope, est composé, lui aussi, d'un gigantesque dyke de trachyte τ^2 , surtout visible à l'Ouest et au Sud, qui a soulevé une grande esquille de granite à amphibole γ_1 , supportant lui-même un lambeau de schistes micacés et maclifères α (pétrosilex de Poulett-Scrope); ils forment un des sommets du Puy. Le tout est percé par un filon incliné de basalte β , et le Puy basaltique à cratère des Gouttes $\alpha^1 \beta^3$ s'est adossé au flanc Sud du dyke de dômite (fig. 9).

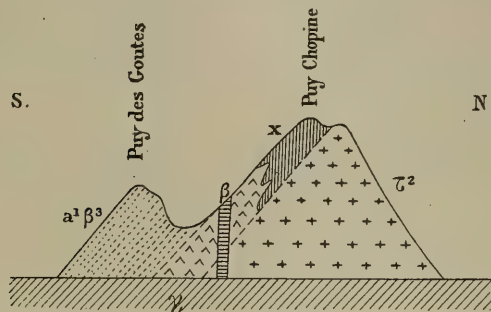
Lecoq signale, à juste titre, que l'on peut rapporter peut-être à un phénomène analogue le soulèvement de gros blocs de granite au Puy de Montchar qui est entouré par celui de Lamoréno, comme Chopine l'est par le Puy des Gouttes.

Du reste, ce genre de soulèvements n'est pas spécial à la dômite des Puys et M. H. Abich a décrit des faits analogues, intéressant les montagnes trachytiques de l'Arménie; M. Suess les a trouvés assez topiques pour les prendre comme exemples (1).

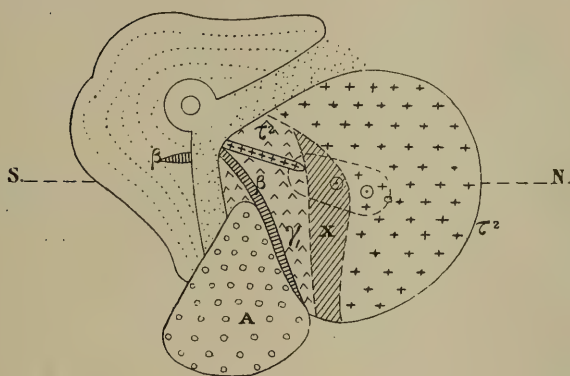
(1) Das Antlitz... I, 203.

De ce qui précède, on peut induire que la dômite est une *roche intrusive de surface*, comme une partie des dômes acides des Hébrides ; c'est-à-dire qu'elle n'a pas coulé à la façon des roches d'épanchement, mais qu'elle s'est accumulée sous les couches de projection les plus superficielles. Les principaux pointements sont

Fig. 9.



Coupe NS.



Plan

d'ailleurs compris dans les alignements des Puy's à cratères (voir fig. 3, page 700).

Mais il nous paraît en outre possible de démontrer que l'érosion, consécutive à l'intrusion de la dômite, a été très limitée et que la base actuelle des projections dômitiques n'a guère été dépassée à l'origine.

La coupe n° 5, Pl. XXIII, montre à proximité du Puy-de-Dôme des nappes de basaltes pliocènes et vraisemblablement à rapporter, comme la majeure partie d'entre eux, au Pliocène supérieur (β^1);

pour l'un d'eux, celui d'Alagnat, situé à moins de 2 kilomètres du pied occidental du Puy-de-Dôme, cette hypothèse emprunte la plus grande vraisemblance au fait qu'il se présente comme la prolongation de la grande planèze basaltique d'Aurière qui est superposée en maint endroit au Pliocène moyen à ponces fluviales. Or, à une altitude de 845 mètres, le basalte d'Alagnat repose directement sur des schistes graphiteux, sans aucune interposition de dômite ou de trachyte. Au contraire, toutes les coulées voisines de β^3 , de β^4 , de λ^4 , c'est-à-dire de basaltes et de labradorites quaternaires, se montrent avec évidence superposées à des cinérites contenant de petits fragments de dômite.

Du côté de l'Est (voir coupe n° 5, Pl. XXIII), les basaltes des plateaux s'approchent également des bouches de sortie dômiques ; du Puy de Charade (907 mètres) au mont Rodeix et au sommet marqué 1026 mètres sur la carte d'Etat-major, ces basaltes s'élèvent par une pente régulière à une altitude supérieure à celle des bords du plateau qui a reçu les projections dômiques. Ces derniers pointements ne sont pas à 1500 mètres en ligne droite du pied oriental *actuel* du Puy-de-Dôme. Et cependant le basalte β^1 repose directement sur le granite, sans interposition de dômite. L'argument est d'autant plus valable que, de ce côté oriental, le plateau qui sert de soubassement aux dômes et aux Puy s paraît avoir subi une érosion de plus de 100 mètres entre l'époque d'apparition des basaltes en question et la sortie des projections dômiques.

Enfin nous ferons valoir en dernier lieu la dissemblance des types moyens des séries trachytiques du Mont-Dore et des Puy : au Mont-Dore, les trachytes sont le plus souvent très augitiques, c'est-à-dire riches en microlites d'augite ; le périclote s'y présente en grands cristaux. La dômite ne fournit que rarement des variétés de trachytes augitiques ; le périclote y est inconnu.

Nous résumons ainsi nos idées sur cette question difficile et encore pendante de l'âge de la dômite : la nature de certains dômes paraît exclusive de toute érosion importante ; ils sont aussi réguliers et aussi bien conservés que les cratères voisins.

Du Puy Pelat au Chopine, sur plus de dix kilomètres de longueur, les projections, les dykes et les dômes trachytiques accompagnent fidèlement les traînées des Puy s à cratères et cette disposition en traînées rectilignes fait contraste avec le mode de gisement des trachytes plus anciens du Mont-Dore, du Cantal, du Puy en Velay.

La dômite paraît avoir fait éruption sur un plateau granitique et gneissique ayant subi une assez forte érosion depuis les coulées de basaltes des plateaux voisins (Mont-Rodeix, etc.) ; cette érosion est

probablement contemporaine du Pliocène supérieur; la dômite n'aurait donc fait son apparition qu'à la fin de cette période, tandis que les trachytes du Mont-Dore lui sont antérieurs.

Enfin, on n'a pas encore constaté avec certitude la présence de fragments de dômite dans les alluvions les plus anciennes qui descendent du plateau des Puy et cette circonstance témoigne tout au moins de la rareté et du peu d'importance des érosions subies par la dômite.

IV. ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES PRINCIPAUX GISEMENTS

Nous avons récemment proposé de représenter, par quelques notations faciles à retenir, les principales structures, les minéraux essentiels des roches et leurs temps de consolidation. C'est une première tentative d'unification du langage pétrographique qui a peut-être plus de chance d'aboutir que l'invention de noms nouveaux ou l'adaptation de noms anciens, détournés de leur sens primitif.

NOTATIONS DES STRUCTURES

Γ GRANITOÏDE		C PORPHYRIQUE OU TRACHYTOÏDE	
ROCHES à excès de silice libre	ROCHES sans excès de silice	ROCHES à excès de silice libre	ROCHES sans excès de silice
α Granitique	δ Grenue	α Microgranitique	δ Grenue
β Granulitique	ω Ophitique	β Microgranulitique	ω Ophitique
γ Pegmatoïde		γ Micropegmatoïde	μ Microlitique
		φ Globulaire	ν Variolitique
		π Pétrosiliceuse	

Il y a toujours lieu de distinguer deux temps de consolidation dans les roches ignées; le premier temps correspond à la phase d'élaboration du magma encore fondu, en profondeur, avant tout mouvement d'ascension. C'est la phase *infra* plutôt qu'*intra*-tellurique; une partie des éléments du premier temps est généralement brisée et corrodée par les actions mécaniques et chimiques, corrélatives à l'ascension du magma. Le second temps de consolidation correspond à l'arrivée *in situ* du magma, déjà chargé des premiers éléments consolidés; les éléments du second temps ne sont en général, ni brisés, ni corrodés, ils constituent le ciment qui réunit les premiers.

Ceci posé, les roches sont de la série dite *granitoïde* (1) quand les facteurs de la cristallisation, température, pression, minéralisateurs ont peu varié pendant les deux temps de la consolidation; les éléments du premier et du second temps sont alors comparables comme taille et comme formes. Il est clair que les roches de profondeur, ou intrusives, qui ne sont pas épanchées à la surface de la terre, sont en majeure partie granitoïdes. Mais les roches épanchées en grande masse ou recouvertes immédiatement par des matériaux réfractaires, ou encore composées de magmas cristallisant très facilement peuvent également affecter la structure granitoïde.

Les roches sont de la série dite *trachytoïde* ou *porphyrique* (τ), quand les facteurs de la cristallisation, température, pression, minéralisateurs ont brusquement varié au commencement du second temps de cristallisation; les éléments du second temps sont alors en général de plus petite taille que ceux du premier; ils affectent des formes spéciales dites microlitiques et se rapprochent même des formes arborisées, cristallitiques; il peut y avoir un excédant de magma amorphe ou vitreux. Il est clair que la majeure partie des roches d'épanchement sera trachytique, puisque la sortie au jour constitue un élément important de variation des trois facteurs de la cristallisation. Mais, d'une part, les roches de contact en profondeur sont très souvent à deux temps nettement distincts; de nombreuses roches d'intrusion sont également porphyriques; et il ne nous paraît pas possible (1) de substituer purement et simplement les notions de gisement à la notion contingente et précise de structure.

ROCHES ACIDES, A EXCÈS DE SILICE. — (α) *Structures granitique et microgranitique*. — La silice de seconde consolidation donne naissance à du quartz dépourvu de formes propres et moulant les autres éléments.

(β) *Structures granitique et microgranitique*. — La silice de seconde consolidation, bien que moulant la majeure partie des autres éléments, a des formes propres et se présente en petites bipyramides avec les faces du prisme atrophiées ou absentes.

(γ) *Structures pegmatoïde et micropegmatoïde*. — Agencement régulier du quartz et du feldspath de seconde consolidation, sous forme de pegmatite graphique tantôt isolée, tantôt groupée et comme concrétionnée (micropegmatite à étoilements) autour des éléments, quartz et feldspath, de première consolidation.

(φ) *Structure globulaire*. — Une partie de la silice de seconde

(1) Michel Lévy. — Structure et classification des Roches, Paris, Baudry et C^e, 1889.

consolidation est à l'état de sphérolites pétrosiliceux, c'est-à-dire mélangée à des éléments amorphes susceptibles de donner naissance aux feldspaths les plus acides. Ces sphérolites, à apparence radiée et concrétionnée, se comportent, entre les nicols croisés, comme un, deux ou quelques cristaux uniques de quartz, accolés par grands secteurs; après avoir passé par l'état colloïde, cette silice a cristallisé dans un sens optique unique ou dans quelques sens bien déterminés.

(π) *Structure pétrosiliceuse ou felsitique*. — Une partie de la silice de seconde consolidation est à l'état de sphérolites pétrosiliceux comme précédemment; mais, dans ces sphérolites, la silice n'a plus cristallisé dans un sens unique ou dans quelques directions peu nombreuses; elle constitue des fibres s'éteignant suivant chaque rayon du sphérolite. Le plus souvent ces fibres sont en quartzine, positives en long et voisines d'être parallèles aux axes optiques du quartz. Parfois elles sont en calcédoine, négatives en long et voisines d'être perpendiculaires aux axes optiques très rapprochés du quartz (1).

ROCHES INTERMÉDIAIRES ET BASIQUES SANS EXCÈS DE SILICE. — (δ) *Structure grenue*. — Éléments de seconde consolidation à peu près également développés dans tous les sens, en grains juxtaposés et formant mosaïque.

(ω) *Structure ophitique*. — Éléments feldspathiques aplatis suivant g^1 et noyés dans de grandes plages grenues de pyroxène.

(μ) *Structure microlitique*. — Éléments feldspathiques de seconde consolidation aplatis suivant g^1 ou allongés suivant pg^1 et moulés seulement par un magma amorphe.

(ν) *Structure variolitique*. — Formes et groupements cristallitiques des microlites feldspathiques : arborisations, sphérolites de feldspath.

NOTATIONS DES ÉLÉMENTS MINÉRALOGIQUES. — Les minéraux essentiels des roches seront seuls énumérés dans l'ordre le plus habituel de leur consolidation; ils sont notés autant que possible par la lettre qui commence leur nom. majuscule pour les ferro-magnésiens, minuscule pour les feldspaths; en romaine quand ils sont abondants, en italiques quand ils se font plus rares. Une barre horizontale supérieure indique les éléments de première consolidation; une inférieure, ceux de seconde consolidation.

(1) Michel Lévy et Munier-Chalmas, *Quartzine et calcédoine*, C. R. A. S., 24 mars 1890.

I. — MINÉRAUX FERRUGINEUX, TITANIFÈRES, PHOSPHATÉS

F ₁ Fer oxydulé	F ₄ Pérowskite (Pé)	F ₇ Sphène (S)
F ₂ » titané	F ₅ Apatite (Ap)	F ₈ Allanite (Al)
F ₃ Spinelles (Sp)	F ₆ Zircon (Z)	F ₉ Grenat (G)

II. — MINÉRAUX FERRO-MAGNÉSIENS

O Olivine	P ₁ Oegyrine	A ₁ Amphiboles sodifères
H ₁ Hypersthène	P ₂ Pyroxènes verts	A ₂ Amphiboles vertes
H ₂ Bronzite	P ₃ Diallage	A ₃ Amphiboles brunes
H ₃ Enstatite	P ₄ Pyroxènes bruns	M Mica noir

III. — FELDSPATHIDES

l Leucite	h Mélilite (humboldilite)	s ₂ Haüyne
n Néphéline	s ₁ Sodalite	s ₃ Noséane

IV. — FELDSPATHS

o ₁ Orthose	t ₁ Oligoclase
o ₂ Microcline	t ₂ Labrador
a ₁ Anorthose	t ₃ Anorthite
a ₂ Albite	

V. — QUARTZ ET MICAS BLANCS

q. Quartz	m. Micas blancs
-----------	-----------------

(τ²) TRACHYTES (DÔMITES).

Le trachyte de la chaîne des Puys (dômite) est une roche acide, de couleurs variées, mais généralement claires, parmi lesquelles le blanc éclatant domine; le rouge brique, le jaune vif, le gris bleuté se rencontrent également et paraissent en liaison avec l'action de fumerolles qui ont déposé des produits ferrugineux à divers états d'oxydation. L'oligiste est notamment assez abondant.

La roche a une apparence absolument rugueuse et comme poreuse qu'elle ne conserve nullement, vue au microscope; les seules vacuoles qu'on y constate généralement, sont de nombreuses inclusions gazeuses à contours irréguliers, mais arrondis, semés dans tous les éléments et aussi dans le magma amorphe qui entoure les microlites. Ce magma lui-même est presque constamment chargé de tridymite en lamelles imbriquées.

Voici quelques analyses de dômites :

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Densités
1. —	60,97	20,92	3,81	»	0,29	0,14	5,03	8,88	0,38	2,60
2. —	60,52	16,51	»	7,91	1,41	5,84	4,96	2,32	0,23	2,75
3. —	61,21	18,15	6,72	»	1,93	4,30	5,12	3,82	0,32	2,65

1. Dômite du Puy-de-Dôme (dans Kalkowsky, *Elemente der Geologie* Heidelberg 1886, page 89), par Lewinstein.

2. Blocs de dômite projetés sur la lave de Louchadière, V. Lasaulx.

3. Blocs de dômite projetés sur la lave du Pariou, id.

Nous allons passer en revue les principaux gisements de dômite et les grouper entre eux au point de vue de la structure et de la composition minéralogique de leurs éléments.

1^o La variété dominante des dômites est constituée par un TRACHYTE A MICA NOIR ET A AMPHIBOLE BRUNE :



Les éléments du second temps sont beaucoup plus abondants que ceux du premier temps, parmi lesquels les feldspaths dominent et se groupent entre eux de façon à simuler de petits débris de roches granitoides. En moyenne, ces trachytes sont assez cristallins ; il y a une grande différence de taille entre les microlites du second temps et les cristaux du premier temps. Mais les microlites, principalement feldspathiques comme les cristaux du premier temps, ne deviennent jamais extrêmement fins.

PREMIER TEMPS. — *Minéraux ferrugineux, titanifères, phosphatés, etc.* — Le fer oxydulé s'est visiblement développé pendant tout le temps des diverses consolidations ; ici, comme dans nos reproductions artificielles (1), c'est un minéral de précipitation chimique ; les octaèdres, de tailles très variées, sont isolés dans le magma de seconde consolidation ou encore en inclusions dans tous les autres minéraux.

L'*apatite* est, le plus souvent, en petits prismes incolores, allongés, dans le mica noir et dans l'amphibole ; elle se présente, parfois aussi, isolée en cristaux plus gros, plus courts et remplis, surtout vers leur centre, d'inclusions brunes opaques : d'autrefois, elles soulignent au contraire les contours des cristaux.

Le *zircon* est généralement presque incolore ; les faces du prisme sont peu développées et paraissent même manquer parfois. Il est extrêmement remarquable que, lorsqu'il touche le mica noir,

(1) Fouqué et Michel Lévy, *Synthèse des minéraux et des roches*, Masson 1882. p. 63.

cependant très polychroïque, il n'y développe pas les auréoles que l'on connaît dans un grand nombre de roches.

Le *sphène* également peu coloré, est légèrement polychroïque dans les teintes jaunes; on a suivant n_g jaune brunâtre, suivant n_m et n_p jaune pâle. Celles des sections, qui sont centrées par rapport aux axes principaux d'élasticité, montrent perpendiculairement à n_p le profil $d \frac{1}{2} d \frac{1}{2} = 136^\circ$; perpendiculairement à n_m les profils p, h^1, o^2 ; on a donc affaire aux formes en toit, de beaucoup les plus fréquentes dans les roches éruptives: les clivages m sont très-marqués; la biréfringence, extrêmement élevée, est vraisemblablement supérieure à celle des sphènes plus colorés. Les seules inclusions du sphène sont constituées par de petits prismes allongés d'apatite.

Minéraux ferro-magnésiens. — La *biotite* est d'un brun très foncé tirant parfois sur le vert, et très polychroïque; les lamelles taillées parallèlement à la base, laissent à peine passer la lumière; cependant on peut constater sur leurs bords qu'elles possèdent deux axes optiques un peu écartés (10 à 15°).

Les seules inclusions du mica sont l'apatite et le zircon; nous avons vu plus haut qu'il ne possède pas d'auréoles polychroïques.

La *hornblende brune*, très ferrifère, très polychroïque et très biréfringente, est un des éléments du premier temps les plus abondants dans les dômes. Faces dominantes mm ; les pointements sont difficiles à préciser.

On a suivant n_g brun opaque.

n_m . . . brun foncé.

n_p . . . jaune à peine brunâtre.

Malgré les difficultés de compensation, particulières aux corps très colorés, j'ai pu constater que cette amphibole ferrifère atteint presque la biréfringence du zircon ($0,050$); elle est certainement supérieure à $0,040$. L'angle de n_g avec l'arête h^1g^1 est très faible et voisin de 0° . La bissectrice est négative (n_p) et l'angle vrai des axes n'est pas très grand: $(n_g - n_m) = 0,3 (n_g - n_p)$; on en déduit: pour $2V$ la valeur maximum approximative de 62° et l'étude en lumière convergente des sections perpendiculaires à n_p confirme cette déduction.

Feldspaths. — Les feldspaths en cristaux de première consolidation généralement agrégés ensemble et groupés à la façon de ceux des syénites, sont composés d'orthose, d'un feldspath triclinique maclé avec lui, et d'un autre feldspath également triclinique, constituant des individus isolés et souvent très abondants. Les propriétés optiques de ces feldspaths démontrent que l'orthose n'est pas déformé, que le

feldspath triclinique, qui est maclé avec lui et auquel il passe localement, appartient à une variété d'anorthose, plus voisine de l'orthose que de l'albite ; enfin que l'autre feldspath triclinique est un labrador. Nous donnerons plus loin de nombreux exemples de ces divers feldspaths. Voici, en résumé, leurs principales propriétés.

L'orthose constitue généralement la périphérie des cristaux d'anorthose; n_g est exactement ou sensiblement perpendiculaire à g^1 ; la bissectrice aiguë n_p fait $+ 3^\circ$ à $+ 7^\circ$ avec pg^1 dans g^1 (dans le sens $+$ de Max Schuster, c'est-à-dire dans l'angle obtus ph^1); l'angle vrai des axes varie de telle façon que, la biréfringence des sections perpendiculaires à n_g étant supposée égale à 3, celle des sections perpendiculaires à n_p varie de 2 à 3; (—) 2 V doit donc varier de 60 à 85°, suivant les gisements.

Dans la plupart des sections, l'anorthose se montre en fines lamelles maclées suivant les lois de l'albite et de la péricline avec faces d'association g^1 et très voisines de p ; l'individu entier est en outre souvent partagé en deux par une macle de Carlsbad. D'une façon générale les lamelles d'anorthose s'éteignent presque simultanément entre elles et avec l'orthose voisin. En tout cas ce fait se vérifie dans toutes les sections de la zone de symétrie perpendiculaire à g^1 ; nous n'avons pas constaté dans p (à peu près parallèlement au plan des axes optiques) plus de 2° d'aberration (en tout 4° entre deux séries hémitropes), non plus que dans les sections perpendiculaires à n_p et assez voisines de l'être à pg^1 ; les images en lumière convergente ne se déforment guère lorsqu'on passe de l'orthose sur les plages composées nettement d'anorthose. Un seul fait se joint à l'existence des macles pour affirmer l'individualité de l'anorthose triclinique : dans les positions d'égale intensité lumineuse, on voit nettement que l'anorthose est presque toujours plus biréfringent que l'orthose englobant. On sait que le fait ne devrait pas se produire, si l'orthose était ici simplement un résultat de groupements devenus submicroscopiques de l'anorthose.

Dans une plaque un peu épaisse, une section p a donné du jaune pour l'orthose, du jaune orangé pour l'anorthose. Il est donc très vraisemblable qu'il y a variation de composition chimique, l'anorthose étant plus riche en soude que l'orthose. Au point de vue des formes, les faces p , $a^{1/2}$, et g^1 paraissent dominer; puis viennent les faces m peu développées.

Parfois l'orthose et l'anorthose deviennent rares parmi les grands cristaux des dômes; c'est alors le labrador ou du moins un feldspath intermédiaire entre lui et l'andésine qui devient abondant : extinctions maximum dans la zone de symétrie perpendiculaire à

g^1 , atteignant 45° , entre les deux séries de lamelles hémitropes suivant la loi de l'albite (la macle de la péricline est rare, celle de Carlsbad à peu près constante). Dans les sections g^1 , l'extinction se fait de -10° à -19° de pg^1 et l'image en lumière convergente, dissymétrique, montre un axe optique. Il ne peut donc y avoir ici confusion avec l'albite, et cette abondance relative de labrador dans certaines domites explique la variabilité de teneur en chaux de certaines de ces roches (voir plus haut, page 717). Les cristaux de labrador paraissent plus aplatis suivant g^1 que ceux d'orthose. Tous ces feldspaths sont criblés d'inclusions vitreuses, parfois de grande taille et semées alors de cristallites feldspathiques.

DEUXIÈME TEMPS. — Le deuxième temps, de beaucoup plus abondant que le premier, est relativement très uniforme; il ne comporte d'une façon générale que de petits octaèdres de *fer oxydulé* et des *microlites d'orthose*.

Ces derniers, très originaux et caractéristiques, affectent deux formes principales: il y a toujours un aplatissement assez marqué suivant g^1 et chaque individu se dédouble suivant la macle de Carlsbad. Il en résulte que, pour tous les microlites d'orthose, la zone perpendiculaire à g^1 donne des sections deux à trois fois plus longues que larges, partagés en deux individus s'éteignant simultanément suivant la longueur qui est négative, mais ils sont, dans une position donnée, d'une intensité lumineuse différente.

C'est dans les sections parallèles à g^1 qu'apparaissent les particularités; les microlites qui atteignent une longueur moyenne de $0^{\text{mm}}11$, une épaisseur perpendiculairement à g^1 de $0^{\text{mm}}04$ et une largeur de $0^{\text{mm}}03$, laissent fort bien voir en lumière convergente que, suivant ces sections g^1 , ils sont perpendiculaires à la bissectrice obtuse n_g . Dès lors la direction en profil de la face p est jalonnée, à 3 ou 4° près, par n_p . Tantôt p est également très développé et le microlite est deux ou trois fois plus long suivant pg^1 que dans toutes les autres directions; tantôt au contraire $a^{1/2}$ est aussi développé que p et les sections g^1 montrent un profil en dents de scie, généralement allongé suivant la diagonale de l'angle obtus $pa^{1/2} = 99^\circ 36'$, c'est-à-dire à peu près dans le sens de l'arête h^1g^1 .

Dans ces divers cas et selon que la plaque est plus ou moins mince, on voit très nettement que les ombres roulantes des extinctions sur g^1 sont dues à la superposition d'épaisseurs inégales des deux parties maclées suivant la loi de Carlsbad.

Les sections dentelées $pa^{1/2}$ sont très caractéristiques de la domite et en constituent une des curiosités minéralogiques.

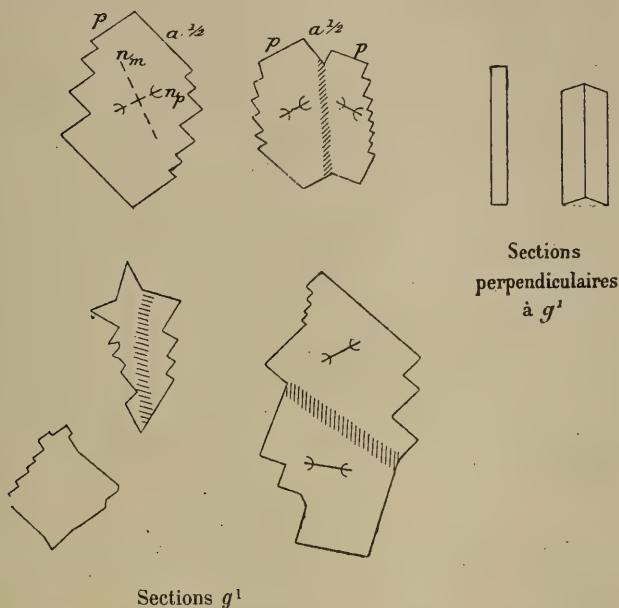
GISEMENTS. — 1° TRACHYTES A MICA NOIR & AMPHIBOLE.

Nous allons passer en revue les principaux gisements de dômite (trachyte) à mica et amphibole. La plupart des échantillons provenant de la *montée sud du Puy-de-Dôme* contiennent du zircon presque incolore, de l'apatite riche en inclusions, du sphène. C'est tantôt

Fig. 10.

Microlites d'orthose des dômites.

Profils relevés à la chambre claire au grossissement de 200 diamètres.



le mica noir et tantôt l'amphibole brune qui domine. Le labrador est plus abondant que l'orthose qui est toujours associé à de l'anorthose.

Les formules sont, pour quelques-unes de ces dômites :



Sur le *versant nord du Puy-de-Dôme*, nous avons recueilli une variété particulièrement riche en inclusions gazeuses et contenant en abondance de petites lamelles de tridymite et de fer oligiste. Dans

toutes ces dômites, les microlites d'orthose se montrent surtout dentelés suivant $pa^{1/2}$ dans les sections g^1 .

La dômite du *Grand Sarcouy* est aussi très chargée de produits siliceux. Les éléments du premier temps y sont très rares, l'orthose y domine de beaucoup :

$$\mathcal{C}^{\mu}. — \overline{F_1 A_3 t_{1-2} O_1 F_1}$$

Dans les projections de la *Nugère*, on trouve une variété intéressante de *trachyte micacé* (1) à *mica noir* et *amphibole*. La biotite y forme non seulement des grands cristaux brisés du premier temps, mais aussi des microlites assez abondants; ils sont accompagnés de quelques très rares microlites de pyroxène vert, très allongés et forment passage vers les dômites augitiques dont nous parlerons en dernier lieu. Il est remarquable que le type des microlites d'orthose soit ici surtout allongé suivant pg^1 . La tridymite, abondante, est en très fines lamelles.

Enfin nous mentionnerons ici une variété de dômite, recueillie à la montée du Puy-de-Dôme, et ne contenant comme éléments du premier temps que du mica noir et de l'orthose avec anorthose, mais présentant avec les microlites dentelés d'orthose de fins microlites d'un corps brun, très réfringent, très biréfringent, parfois frangé, s'éteignant en long, dans le sens négatif, non polychroïque, et que nous rapportons avec doute à la pseudobrookite.

2° TRACHYTES A MICA NOIR ET PYROXÈNE

$$\mathcal{C}^{\mu}. — \overline{F_1 A_p S M P_2 a_1 O_1 F_1}$$

Cette seconde série est caractérisée par l'absence à peu près générale d'amphibole, et l'apparition de cristaux assez rares d'un pyroxène vert pâle; la zone du prisme montre les faces $h^1 g^1 m$, avec macle assez fréquente suivant h^1 ; le polychroïsme sensible donne : suivant n_g et n_p , vert émeraude pâle; suivant n_m , jaune pâle.

Extinction maximum à 38° dans la zone du prisme, biréfringence habituelle. Quand l'amphibole brune apparaît, elle se montre parfois englobée par le pyroxène et par conséquent antérieure à lui. Le pyroxène n'est d'ailleurs jamais abondant, c'est évidemment un minéral accessoire de la roche.

Le faite même du *Puy de Chaumont*, à l'Est du Chopine, est prin-

(1) On sait que nous avons proposé, M. Fouqué et moi, de désigner les principaux éléments *microlitiques* par des adjectifs qualificatifs, réservant les noms précédés de la préposition à aux éléments du premier temps.

cipalement constitué par des projections de dômite à mica noir et pyroxène; c'est dans ces échantillons que j'ai vu des cristaux de zircon touchant du mica noir, sans y développer d'auréole polychroïque. Les cristaux de feldspath y présentent de magnifiques associations d'orthose et d'anorthose.

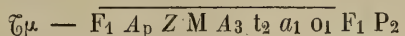
Des blocs de dômite, au *Sud du Puy Coquille*, ont présenté une association analogue; les microlites d'orthose frangés suivant p et $a^{1/2}$, y sont nombreux et fort beaux.

Enfin entre les *Fontêtes* et *Beauregard* la région de projections dômiques dominantes est riche en semblables trachytes.

3° TRACHYTES LÉGÈREMENT AUGITIQUES

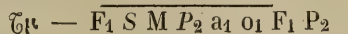
Les deux séries précédentes sont susceptibles de se charger de longs microlites très fins, composés d'un pyroxène vert pâle analogue à celui des grands cristaux : longueur moyenne 0^{mm}03 pour une largeur de 0^{mm}004; extinction maximum à 38° dans la zone d'allongement h^1g^1 .

On peut distinguer : a) les TRACHYTES AUGITIQUES A MICA NOIR ET AMPHIBOLE :



Nous en connaissons des exemples dans la *montée Sud du Puy-de-Dôme*, au Nord de ce dernier et au *col de Laschamp*; le labrador en grands cristaux y domine de beaucoup sur l'orthose. Inversement, les projections dômiques à l'*Est du Puy Coquille* sont riches en orthose et anorthose; les microlites feldspathiques y présentent leurs deux variétés, côte à côte.

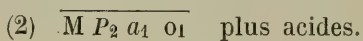
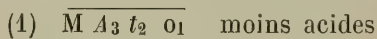
b) Les TRACHYTES AUGITIQUES A MICA NOIR ET PYROXÈNE DE NOUS sont connus qu'au *Puy Chopine*.



Ici, c'est l'orthose associé à l'anorthose qui domine, comme dans toutes les variétés riches en pyroxène de première consolidation. Les microlites du deuxième temps sont frangés suivant p et $a^{1/2}$. Un des dykes de dômite montre en outre les microlites bruns déjà signalés au Puy-de-Dôme et rapportés avec doute à la pseudo-brookite.

RÉSUMÉ. — En résumé, la série des dômites des Puy s est constituée par de francs trachytes acides, dans lesquels les microlites d'orthose constituent certainement plus des deux tiers en poids de la roche. L'apatite, le zircon, le sphène, sont des minéraux accessoires, mais constants; le mica noir, plus abondant, ne manque jamais. Le reste

des éléments du premier temps est constitué par une amphibole brune ferrifère surtout accompagnée de labrador, ou par un pyroxène vert pâle associé à de l'orthose avec anorthose; les deux principales variétés sont donc caractérisées par les formules :



Accessoirement, on voit apparaître quelques microlites de pyroxène vert, de mica noir, de pseudobrookite.

La structure très franchement porphyroïde des dômes n'indique pas une roche de profondeur en grandes masses et la comparaison avec certaines coulées de trachyte bien authentiques s'impose d'elle-même, au point de vue pétrographique, bien que nous ayons vu plus haut que tel n'est pas le gisement des dômes. Leur structure confirme donc la difficulté que l'on éprouve à porter un diagnostic assuré sur le gisement d'une roche, étant donnée sa structure. Elle permet cependant de penser que, s'il y a eu érosion depuis la formation des Puy's dômes, cette érosion n'a pas été importante.

V. — (α^4) ANDÉSITES

Les andésites de la chaîne des Puy's sont des laves assez poreuses, grises, relativement légères et dont certaines variétés sont recherchées pour la confection de la pierre de taille. La lave de Volvic est l'objet, à ce point de vue, d'une exploitation tellement active que l'on peut prévoir le moment où les coulées de la Nugère auront été totalement exploitées par les carriers.

Si l'on y joint les coulées qui partent du pied du Pariou et se répandent en deux ruisseaux de lave jusqu'à Fontmort et Durtol, enfin la petite coulée du Puy de Lantégry, on a complété l'énumération de toutes les andésites des Puy's.

Les diverses analyses en bloc en font bien des roches intermédiaires, plus basiques que les trachytes, beaucoup plus acides que les basaltes :

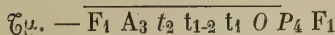
	SiO ²	Al ² O ³	Fe ² O ³	FeO	MgO	CaO	Na ² O	K ² O	H ² O	Densité
1 —	54,62	18,73	10,09	»	2,68	7,31	2,91	3,02	0,52	2,85
2 —	57,51	16,83	10,40	»	1,89	6,54	3,86	2,21	0,43	2,69
3 —	56,80	15,22	10,96	»	2,67	6,43	3,75	3,68	»	»
4 —	62,04	20,13	1,84	3,47	0,52	4,17	5,47	2,69	0,11	2,73
5 —	57,30	24,30	3,80	»	1,70	3,90	4,30	3,70	0,40	2,685
6 —	61,92	19,51	5,01	»	1,20	4,28	5,63	2,51	0,32	2,718

Coulées du Pariou : 1° à Durtol par von Lasaulx ; 2° à Fontmort par von Lasaulx ; 3° sans indication précise par Rammelsberg.

Coulées de la Nugère : 4° Volvic par Kosmann ; 5° Volvic par Henri Sainte-Claire Deville ; 6° Volvic par von Lasaulx.

Comme on le voit, c'est à von Lasaulx que l'on doit le plus grand nombre des analyses de ces roches, et aussi leur premier examen microscopique ; eu égard à la date déjà reculée de ses remarquables travaux (1869 à 1872), il faut s'attendre à ce que ses descriptions soient à compléter. Dans l'andésite de Fontmort, il a reconnu de longues aiguilles de hornblende brune, des prismes allongés d'oligoclase, des grains gris-verdâtres de pyroxène. A Fontmort et à Volvic, il signale également la hornblende ; mais tandis qu'il reconnaît des prismes de feldspath triclinique dans le premier gisement, il n'entrevoit que de la sanidine à Volvic et compare cette lave célèbre aux blocs de dômite projetés sur les laves du Pariou. Dans les vacuoles et les fissures de ces diverses roches, von Lasaulx a découvert du mica blond, associé à de l'oligiste. M. Gonnard signale en outre à Volvic de la martite.

Nos propres études nous permettent de compléter ces descriptions ; on a affaire constamment à des ANDÉSITES un peu PÉRIDOTIQUES (1), plus ou moins AUGITIQUES, à HORNBLLENDE et LABRADOR.



Ces andésites contiennent en outre assez souvent des grains de quartz et d'orthose craquelés (ces derniers criblés d'inclusions vitreuses secondaires), arrachés aux roches granitiques sous-jacentes. Nous allons passer en revue les minéraux composants dans l'ordre habituel de leur consolidation.

I. — MINÉRAUX DE PREMIÈRE CONSOLIDATION. — Le *fer oxydulé* est en octaèdres de 0^{mm}04 en moyenne ; il est assez abondant et à peu près six fois plus développé (linéairement) que celui de seconde consolidation.

MINÉRAUX FERRO-MAGNÉSIENS. — L'*amphibole* est brune, ferrugineuse, le plus souvent entièrement résorbée et épigénisée en fer oxydulé très fin ; pour en étudier des cristaux à peu près intacts, il faut recourir aux variétés vitreuses du pied des cones volcaniques ; notamment à celles qui apparaissent à la base de la Nugère, au N.-E. La hornblende constitue des aiguilles atteignant jusqu'à 0^{mm}43 de longueur et dix fois plus longues que larges ; pointements indistincts ; faces de la zone du prisme *m m*, parfois *g*¹ ; la bissectrice est

(1) Michel-Lévy, C. R. A. S., 12 mai 1890.

négative; l'angle des axes d'environ 70° ; n_g se trouve dans g^1 seulement à 1° de l'arête du prisme. La biréfringence est comprise entre 0,035 et 0,040; le polychroïsme intense donne :

Suivant n_g		brun très foncé;
n_m		» foncé;
n_p		» pâle.

La macle h^1 est rare, mais a pu être constatée.

FELDSPATHS. — Le *labrador* n'apparaît que rarement en grands cristaux très anciens, brisés et non aplatis suivant g^1 . Nous ne le connaissons, nettement représenté, que dans les laves du Pariou, du pied du cone et au village de Cressigny. Il constitue quelques cristaux présentant les faces $p\ m\ g^1$; p et g^1 sont également développés. La macle de l'albite donne, dans la zone de symétrie perpendiculaire à g^1 , un angle double maximum oscillant de 56° à 80° , suivant les gisements. Sur g^1 , nous avons pu constater, dans un cas bien net, une extinction de -22° . La macle de Carlsbad manque souvent. Dimensions moyennes : $0^{\text{mm}}09$ à $0^{\text{mm}}12$.

Les différentes variétés d'*andésine*, aplaties suivant g^1 , forment, dans les coulées de la Nugère, un temps nettement distinct de celui pendant lequel se sont consolidés les vrais microlites feldspathiques; il y a différence brusque de taille et aussi de composition chimique. Les lamelles d'*andésine* sont parfaitement formées dans les variétés les plus vitreuses du pied du cone; elles s'entourent de zones d'accroissement plus acides, surtout bien développées au bout de la coulée, à Volvic même. Il est probable que ces grandes lamelles (longueur $0^{\text{mm}},36$, épaisseur $0^{\text{mm}},07$) se sont produites durant l'ascension du magma dans les cheminées volcaniques. Mais, selon que la lave s'est refroidie plus ou moins brusquement, il y a des passages plus ou moins ménagés aux microlites du second temps. Dans les laves du Pariou, le plus souvent il est fort difficile de trouver la limite entre les deux temps; les passages sont gradués et les éléments du premier temps paraissent manquer presque totalement. Dans les laves de la Nugère nous avons déjà signalé une distinction suffisamment brusque, coïncidant avec une diminution des dimensions linéaires dans le rapport de 4 à 5 au moins.

En moyenne, les plus grandes lamelles d'*andésine* sont franchement aplaties suivant g^1 ; elles présentent, dans les sections perpendiculaires à g^1 , des profils en rectangles quatre ou cinq fois plus longs que larges; la macle de Carlsbad les divise d'ordinaire en deux individus à peu près d'égale épaisseur; les macles de l'albite eurent manquer ou se faire rares; quand elles apparaissent, elles

sont fines et nettes ; le maximum d'extinction d'un individu, rapporté à la ligne de macle, oscille entre 20° et 25° .

Les sections sensiblement parallèles à g^1 , laissent voir le plus souvent les profils $p a^{1/2}$; moins souvent $p a^1$, parfois $p a^1 a^{1/2}$; rarement $p a^1 g^2$ (ou m). Les faces p et $a^{1/2}$ paraissent à peu près également développées. L'extinction moyenne des plus grandes lamelles se fait environ à -15° dans les laves de la Nugère et à -19° dans celles du Pariou et de Lantégy. Les plus basiques des andésines sont donc ici nettement intermédiaires entre l'oligoclase et le labrador et correspondent, d'après Max Schuster :

pour -15° à 45 An + 55 Ab soit $1 : 3 : 7$
 pour -19° à 50 An + 50 Ab soit $1 : 3 : 6,66$

II. — DEUXIÈME TEMPS DE CONSOLIDATION. — A Volvic, où le passage se fait brusquement, les *microlites feldspathiques* sont environ quatre fois plus petits que les lamelles décrites ci-dessus. Les deux individus, groupés suivant la macle de Carlsbad, s'éteignent constamment sous de très petits angles, dans la zone perpendiculaire à g^1 . Je n'ai pas pu découvrir avec certitude de section g^1 , sans doute à cause du peu d'épaisseur des lamelles, qui sont alors noyées dans la plaque mince. Mais des échantillons recueillis dans les carrières mêmes de Volvic, au bout de la coulée, permettent de suppléer à cette lacune. Les lamelles d'andésine présentent souvent alors une zone d'accroissement périphérique de $0^{\text{mm}},02$ à $0^{\text{mm}},03$ d'épaisseur, contemporaine du deuxième temps de consolidation, car la matière feldspathique y englobe des microlites de pyroxène; en outre cette matière paraît bien composée de microlites feldspathiques, orientés dans la sphère d'attraction du grand cristal de feldspath : les bords extérieurs sont frangés et passent aux microlites mêmes. Or, dans les sections g^1 des lamelles d'andésine, nettement reconnaissables à leurs propriétés et à leurs profils, s'éteignant à -15° de la trace p et donnant en lumière convergente une image dissymétrique (une branche d'hyperbole, divergeant d'un axe optique), la zone périphérique donne une extinction à $+3^\circ$ de la trace p , et l'image en lumière convergente y est presque centrée par rapport à n_g .

Ces diverses propriétés fixent la nature des microlites feldspathiques et en font un feldspath très voisin de l'oligoclase. Il est visible, dans les laves du Pariou, que tous les passages existent entre les lamelles d'andésine basique de grande taille et les lamelles microlitiques les plus fines qui s'éteignent en long et sont voisines de l'oligoclase. L'étude des faces g^1 à laquelle se prêtent admirable-

ment les andésites des Puys, à cause de l'existence et de la régularité de la macle de Carlsbad, qui permet en plaque mince la détermination précise des sections parallèles à cette face, conduit donc à préciser les conditions d'enrichissement du magma en silice, au fur et à mesure de l'avancement de l'acte de la cristallisation (1).

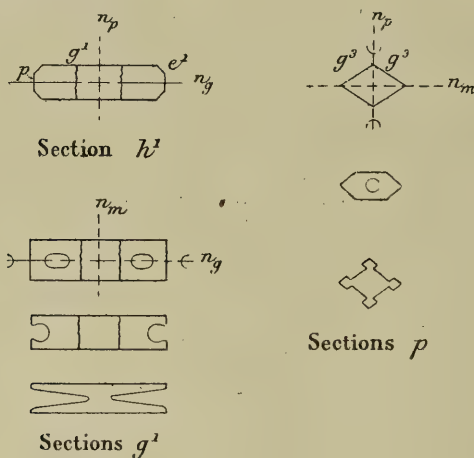
La macle de l'albite est rarement visible avec netteté dans les microlites les plus fins.

L'*olivine* existe dans toutes ces roches en microlites de très petite taille (moyenne : longueur $0^{\text{mm}},035$; largeur $0^{\text{mm}},008$), présentant parfois des formes encore cristallitiques. Indépendamment de cette question de formes, il faut remarquer que même les lamelles d'andésine ne contiennent pas d'inclusions de péridot. Il est donc nécessaire de reconnaître que, comme pour une partie du fer oxydulé, il y a eu précipitation du péridot par réaction chimique et non isolément par voie de fusibilité ; la question de masse est intervenue sans doute et a retardé la consolidation de ce minéral dans ces roches acides et peu chargées de magnésie.

Les sections centrées par rapport aux plans principaux d'élasticité donnent les profils suivants qui, joints aux propriétés optiques, sont très-caractéristiques.

Fig. 11.

Sections h^1 perpendiculaires à n_m avec biréfringence maximum. Sections p perpendiculaires à n_g . Sections g^1 perpendiculaires à n_p .



La bissectrice est positive, l'angle des axes très grand, l'allonge-

(1) Michel-Lévy, C. R. A. S., 10 novembre 1890.

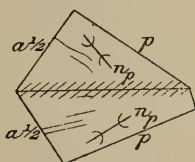
ment toujours positif, ce qui tient à ce que cet allongement se fait suivant l'arête g^1h^1 (g^2g^3). Cet allongement fait que les sections p sont les sections transversales des cristaux. Dans les coupes h^1 , la biréfringence atteint un maximum de 0,038.

Les formes cristallitiques se manifestent par l'existence de deux grosses gouttes de verre aux deux bouts des prismes, ou par le creusement en fourche des deux pointements, ou encore par le développement de quatre perles aux angles des losanges p .

Les actions secondaires verdissent parfois les microlites de péridot (Durtol), ou parfois encore le transforment en une substance brune presque opaque (Fontmort). Les cassures transversales p sont fréquentes.

Les microlites de *pyroxène*, beaucoup moins biréfringents que le

Fig. 12.

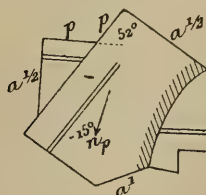


péridot, s'éteignent le plus souvent à 40° de leur longueur, tandis que son extinction a lieu à 0° ; ils sont brunâtres, il est incolore; ils paraissent d'ailleurs d'autant plus abondants qu'il est plus rare.

Nous allons parcourir rapidement les principales coulées d'andésites, en donnant quelques profils des feldspaths du premier temps suivant les sections g^1 .

Coulée de la Nugère. — Au pied du cône, les variétés recueillies sont assez riches en verre incolore; les microlites d'oligoclase de très petite taille tranchent sur les lamelles d'andésine; la horn-

Fig. 13.



blende ferrière est conservée au centre de tous ses cristaux, entourés d'une couronne de fer oxydulé. Une partie importante des lamelles d'andésine paraît assez acide : extinction maximum d'une

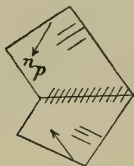
lamelle dans la zone perpendiculaire à g^1 : 21° . Dans la face g^1 , image en lumière convergente assez centrée autour de n_g ; extinction à -6° de p (fig. 12).

A la station de Volvic (chemin de fer d'Orléans), les échantillons sont déjà beaucoup plus cristallins. Les lamelles d'andésine présentent toutes la macle de Carlsbad et en outre quelques macles de l'albite et de la péricline. Extinction maximum d'une des séries de lamelles hémitropes dans la zone de symétrie : 25° . Extinctions dans g^1 , de -12° à -15° ; l'image en lumière convergente n'est pas centrée et montre une branche d'hyperbole divergeant d'un axe optique voisin du champ (fig. 13).

L'olivine est plus abondante que le pyroxène dans les carrières voisines de la gare.

La dernière carrière entre la Nugère et Pauniat offre les mêmes

Fig. 14.

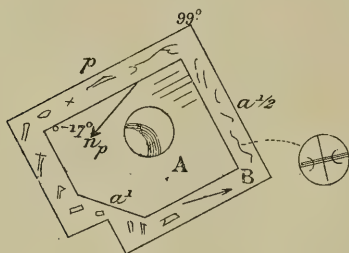


variétés (fig. 14) avec olivine légèrement verdie. Le pyroxène y est déjà abondant.

Il domine sur l'olivine dans les variétés qui abondent à Volvic même, et qui y sont superposées à des coulées basaltiques.

A la sortie N.-O. du bourg, nous avons recueilli des échantillons qui contiennent quelques lamelles d'andésine dépourvues de la

Fig. 15.

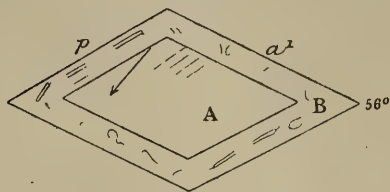


macle de Carlsbad et présentant une zone d'accroissement périphérique (B) qui englobe des microlites de pyroxène et de périclote. Les

profils montrent les faces $p a^{1/2}$, $p a^{1/2} a^1$, $p a^1$ en losanges assez réguliers (fig. 15 et 16).

L'extinction du centre (A) se fait de -15° à -17° ; celle de la péri-

Fig. 16.



phérie (B) à $+3^\circ$. Les images en lumière convergente sont excentrées pour (A), centrées par rapport à n_g pour (B).

Coulées du Pariou. — Il existe sur la crête du grand cirque du Pariou, au NE, un point de sortie d'andésite en tout comparable, au microscope, aux roches de la Nugère; les lamelles d'andésine y présentent sur g^1 des extinctions variant de -10° à -19° ; les microlites bien distincts s'éteignent, dans la zone de symétrie, de 0° à 3° . Les microlites de pyroxène bruns sont abondants; ceux d'olivine, plus rares, ont subi la dégénérescence rouge ferrugineuse.

Au pied NE du Pariou, on trouve le bourrelet de sortie de l'andésite, qui commence la vaste coulée se dirigeant vers le Cressigny; bien que la roche soit riche en un verre incolore, la distinction entre les éléments du premier et du second temps devient difficile, abstraction faite du fer oxydulé et des aiguilles de hornblende totalement résorbées. Les lamelles d'andésine se fondent par tous les passages de taille et de substance avec les microlites d'oligoclase; nous avons relevé, dans les faces g^1 des plus grandes lamelles, des extinctions à -17° . Le péridot, à formes dendritiques, est frais et abondant. Le pyroxène est groupé avec des arborisations de fer oxydulé.

Dans les carrières ouvertes au pied du Puy des Goules, le premier temps comprend quelques cristaux carrés de labrador, non aplatis suivant g^1 et bien différents des lamelles d'andésine; dans la zone de symétrie, les extinctions vont jusqu'à 76° et témoignent d'une basicité croissante. La roche contient en outre d'assez nombreux débris d'orthose craquelé et chargé (surtout à la périphérie) d'inclusions vitreuses secondaires; nous attribuons cet orthose au granite sous-jacent. Les autres éléments sont identiques à ceux du bourrelet de sortie.

A la Baraque et au Cressigny, on recueille des variétés analogues avec quelques rares grands cristaux de labrador, de l'orthose exotique, des lamelles d'andésine allant dans g^1 de -19° à 0° . Le périclote, relativement abondant, est un peu plus gros que dans les andésites de Volvic; le pyroxène brun, allongé, se présente aussi avec une certaine abondance. Nous avons trouvé, dans les échantillons du Cressigny, de l'apatite à inclusions brunes, légèrement polychroïque. L'amphibole, toujours entièrement résorbée et épigénisée en fer oxydulé, est moins abondante qu'à Volvic.

Ce type se continue jusqu'à Durtol et à Fontmort, qui présentent des andésites à un seul temps de consolidation (le deuxième). Malgré toute notre bonne volonté, nous n'avons pu découvrir la moindre différence essentielle entre l'andésite des carrières de Durtol, et celle de la coulée de Fontmort, recueillie en bas du chemin de fer de Tulle; les différences signalées par Von Lasaulx tiennent sans doute à l'imperfection des plaques qu'il a étudiées; quant à la variation constatée dans les analyses, elle provient vraisemblablement de causes accidentelles et ne témoigne que de l'insuffisance des analyses en bloc en matière pétrographique.

Coulée de Lantégny. — La petite coulée d'andésite de Lantégny, particulièrement intéressante parce qu'elle paraît recouverte en partie par les labradorites de Côme, est très analogue aux roches du Cressigny. Elle est, cependant, un peu plus basique : les microlites les plus fins présentent encore un maximum notable dans la zone de symétrie; le périclote, très cristallitique, est relativement abondant et d'assez grande taille.

En résumé, les andésites des Puy constituent un type tout à fait remarquable au point de vue pétrographique : la présence constante du périclote microlitique; l'existence de lamelles d'andésine bien authentique, formant une sorte de trait-d'union entre les deux temps de consolidation, enfin la constance des microlites d'augite et des grands cristaux de hornblende ferrière, en sont les principaux traits.

VI. — (λ^4) LABRADORITES.

Les labradorites des Puy présentent des gisements plus nombreux et plus variés que les andésites. Le plus grand nombre des coulées du versant ouest peut leur être rapporté : on trouve ainsi du Nord au Sud, la coulée de Beaunit qui est une andési-labradorite, riche en pyroxène du premier temps; les coulées typiques de Louchadière, de Côme-Pontgibaud et de Côme-Mazaye, dont la seconde seule présente des produits abondants d'un premier temps de consolidation; puis viennent les coulées de Montchié, de Barne et du

Pourcharet, constituant des passages de la labradorite au basalte feldspathique.

Sur le versant oriental, les coulées de labradorite sont plus clairsemées et moins importantes : au Nord, on trouve d'abord la coulée du Petit-Sarcouy à Egaule (marquée β^4 sur la feuille de Clermont), qui est constituée par une roche de passage entre le basalte et la labradorite. Puis vient le gisement au pied même du Puy-de-Dôme, en tout semblable à la lave de Louchadière. Enfin la roche de Frontfreide, exploitée en carrière, est voisine, au point de vue pétrographique, de celle de Côme-Pontgibaud.

Les analyses ci-dessous donnent une idée de la composition en bloc des types moyens de la série :

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	PhO ⁵	H ₂ O	Densité.
I. —	52,31	17,83	13,63	»	0,29	3,68	6,11	3,41	2,46	»	0,25	2,82
II. —	53,81	19,29	2,11	7,31	1,80	3,24	3,58	4,55	1,95	0,68	»	2,89
III. —	55,21	18,74	»	8,34	»	2,98	6,01	5,81	2,97	»	0,56	2,81

I. Lave de Monchié à Alagnat, par von Lasaulx ; II. Lave de Côme, par Kosmann ; III. Lave de Louchadière, par von Lasaulx.

L'examen microscopique auquel s'est livré ce dernier savant, a donné des résultats trop incomplets pour attirer longtemps l'attention : il a cru reconnaître, dans les laves de Côme et de Louchadière, des prismes d'oligoclase, de l'augite, quelques rares grains d'haüyne ; dans la lave de Montchié, il signale des prismes aciculaires de hornblende brune. Lecoq, qui ne distingue que les laves feldspathiques et les pyroxéniques, range les coulées de Côme et de Louchadière dans ses laves feldspathiques.

En réalité, cet ensemble pris dans son acception la plus générale, constitue des labradorites augitiques et périclitiques à pyroxène et amphibole ; les microlites d'augite et de périclit sont plus abondants et de plus grande taille que dans les andésites ; une partie du périclit peut même parfois être rapportée au premier temps de consolidation et il y a souvent de grands cristaux d'augite, tandis que la hornblende, moins fréquente, peut manquer tout-à-fait. Quant aux éléments feldspathiques, les grands cristaux remontent jusqu'à des variétés intermédiaires entre l'anorthite et le labrador ; les microlites ne s'éteignent plus à 0° dans la zone de symétrie de la macle de l'albite, et doivent au plus être rapportés à des andésines déjà voisines du labrador.

$$\zeta_{\mu} = \frac{F_1 S A_3 P_4 O t_{2-3} O P_4 t_{1-2} F_1}{F_1 S A_3 t_{2-3} P_4 O t_{1-2} F_1}$$

Ou, pour simplifier,

$$\frac{F_1 S A_3 t_{2-3} P_4 O t_{1-2} F_1}{F_1 S A_3 t_{2-3} P_4 O t_{1-2} F_1}$$

Nous allons décrire sommairement les principaux minéraux énumérés ci-dessus.

Le *fer oxydulé* constitue des octaèdres de toutes les tailles entre 0^{mm}15 et 0^{mm},005; comme toujours, c'est un minéral de précipitation chimique, qui s'est consolidé pendant toute la durée de la cristallisation de la roche. Il est accompagné de lamelles d'oligiste et de quelques cristallites de fer titané.

Le *sphène*, toujours très rare, apparaît, dans les laves de Côme et de Fontfreide, comme inclusions du pyroxène de première consolidation. Les sections $d^{1/2}$ $d^{1/2}$ se sont seules présentées dans nos échantillons.

La *hornblende brune ferrifère* d'un type tout à fait analogue à celle des andésites et possédant les mêmes propriétés optiques (voir page 725), est assez abondante dans certaines coulées, telles que Côme et Fontfreide; elle fait entièrement défaut dans certaines autres, telles que Louchadière, et peut ainsi servir de base à une première subdivision pétrographique. Le plus souvent elle se montre entièrement résorbée et épigénisée en fer oxydulé très fin.

L'*augite brun et vert poireau* (vert au centre, brun à la périphérie) forme souvent de grands cristaux du premier temps; c'est la variété verte qui englobe les inclusions de sphène.

Ainsi les coulées de Côme-Pontgibaud, Fontfreide, sont à pyroxène et amphibole, celles de Beaunit, du Pourcharet, du Petit-Sarcouy, à pyroxène seulement. Le pyroxène manque en cristaux du premier temps dans les coulées de Côme-Mazaye, de Louchadière, du pied du Puy-de-Dôme. C'est donc un second élément de subdivision très appréciable.

Les propriétés optiques de cet augite peu coloré ne présentent aucune particularité : extinction à 40° dans la zone d'allongement; biréfringence d'environ 0,022; bissectrice positive; formes raccourcies, dimensions variables, pouvant atteindre 0^{mm}75 de largeur sur 1^{mm}50 de longueur.

Les microlites d'augite brunâtre sont assez abondants et constants dans toutes les variétés de labradorite, elles sont donc toutes *augitiques*; il y a chute brusque de dimensions entre les grands cristaux de pyroxène et les microlites dont les dimensions moyennes sont de 0^{mm}07 sur 0^{mm}02. Extinctions à 40° dans la zone d'allongement.

L'*olivine* présente les mêmes profils et les mêmes particularités cristallographiques et optiques que dans les andésites (voir page 728); mais dans plusieurs variétés de labradorites, la taille des cristaux d'olivine s'exagère et ils commencent à se montrer en inclusions

dans les feldspaths du premier temps ; il y a passage graduel aux basaltes. Ici, comme pour le fer oxydulé, et à l'inverse de ce qui se passe pour le pyroxène, il y a suite continue dans la précipitation de l'olivine, dont les plus fins cristaux nous paraissent appartenir certainement au second temps de consolidation ; ils forment en effet des couronnes autour des grands cristaux, comme les microlites de pyroxène dont ils ne se séparent que par leurs propriétés optiques.

C'est dans les labradorites qu'on peut le plus facilement s'assurer des propriétés cristallographiques et optiques du périclote microlitique ; ses dimensions varient de $0^{\text{mm}},06$ à $0^{\text{mm}},45$ de longueur sur une largeur de $0^{\text{mm}},014$ à $0^{\text{mm}},08$; toutes les labradorites sont *périclétiques*.

Les *feldspaths* offrent dans les labradorites un intérêt de même ordre que dans les andésites ; leur étude, aussi détaillée que possible, amène à la conclusion que, conformément à la théorie de M. Tschermak, ils peuvent présenter tous les passages entre l'albite et l'anorthite, tout au moins dans les grands cristaux du premier temps qui sont ici très zonés.

Ces cristaux feldspathiques du premier temps se montrent sous deux formes : les plus anciens *carrés*, *peu aplatis suivant g^1* , et surtout abondants dans les labradorites à hornblende, sont intermédiaires entre le labrador et l'anorthite : ainsi, dans la zone de symétrie, l'angle compris entre les extinctions des deux séries de lamelles hémitropes, oscille entre 70° et 90° . Dans les faces g^1 les profils indiquent surtout le développement de la face p avec faces a^1 , $a^{1/2}$, m subordonnées ; l'extinction oscille entre -25° (labrador) et -37° (anorthite) ; la coulée de Côme-Pontgibaud ne présente que du labrador ; celle de Fontfreide montre une bytownite à -31° avec cette particularité que ce grand angle n'est atteint que par la périphérie des cristaux dont le cœur ne donne que -22° ; cette exception à la règle habituelle, qui montre les zones concentriques augmentant régulièrement d'acidité du centre à l'extérieur, est ici parfaitement constante et nous en avons relevé de nombreux exemples dans les échantillons de Fontfreide. Les quelques rares cristaux carrés de Louchadière sont très basiques et voisins de l'anorthite.

Les cristaux feldspathiques du premier temps comportent en outre de nombreuses *lamelles aplaties sur g^1* , et commençant le régime de cristallisation qui se termine par les microlites ; comme dans les andésites, tantôt le passage aux microlites se fait par gradations insensibles, tantôt il y a chute brusque de taille. Quoi qu'il en soit, les plus grandes lamelles appartiennent bien encore au régime

intra, sinon infra-tellurique; car les variétés les plus vitreuses, scories, projections, etc., les montrent bien cristallisées et avec leurs dimensions normales, tandis que les lamelles plus fines et les microlites y sont remplacés par du verre. Il est probable que les grandes lamelles se sont produites pendant l'ascension de la lave dans ses cheminées; puis tantôt la sortie a amené un refroidissement brusque, tantôt l'épaisseur même de la coulée a ménagé les transitions.

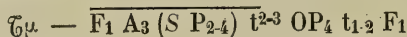
Les grandes lamelles ont sur g^1 un profil en losange aigu $p\ a^1$ ou carré $p\ a^{1/2}$; les extinctions oscillent entre -25° et -19° ; cette dernière andésite, encore très basique, jouit de la propriété de se compenser lorsque deux de ses lamelles, maclées suivant la loi de Carlsbad, se superposent.

Comme pour les andésites, les plus fins *microlites* ne sont pas faciles à étudier sur g^1 ; ils deviennent trop minces pour occuper dans cette position une épaisseur suffisante de la plaque. Dans la zone de symétrie, leurs extinctions sont en général notables et dépassent l'angle simple de 20° . Il faut faire une exception pour la coulée de Beaunit, où les plus fins s'éteignent à 0° et qui passe aux andésites. Il faut aussi retenir que la plupart des cristaux carrés, ainsi qu'un grand nombre de lamelles, s'entourent d'une très fine chemise périphérique s'éteignant à 0° dans g^1 . La conclusion pratique est que le feldspath dominant des cristaux carrés est la bytownite, des grandes lamelles le labrador, des microlites une andésine basique, voisine du labrador; mais, à un certain moment, le magma s'est trouvé assez enrichi en silice pour donner un peu d'oligoclase, surtout visible en concrétions autour des grands cristaux.

Nous allons passer en revue les principaux gisements :

1° LABRADORITES AUGITIQUES ET PÉRIDOTIQUES A HORNBLÈNDE ET PYROXÈNE

Coulée de Fontfreide. — La composition minéralogique est résu-mée par la formule :

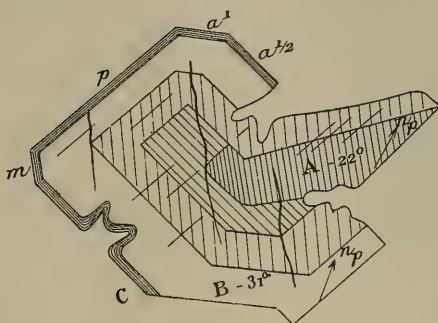


Il y a quelques rares exemples d'englobement de la hornblende ferrière par l'augite; elle est d'ailleurs à peu près complètement résorbée. Le pyroxène vert et brun contient quelques cristaux de sphène. L'olivine, assez rare, est tout entière microlitique et allongée suivant g^3g^3 ; quelques variétés la montrent subissant l'altération ferrugineuse.

Les feldspaths sont ici très intéressants; les grands cristaux

carrés montrent des indices bien évidents de corrosion; les zones concentriques y donnent le résultat déjà signalé que le cœur du cristal est souvent plus acide que la périphérie. Suivant A, par

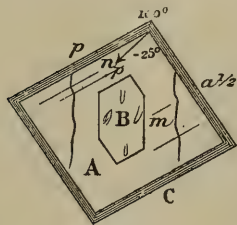
Fig. 17.
Section suivant g^1



exemple, l'extinction se fait à -22° , suivant B à -31° ; une mince bordure C s'éteint à 0° . Les clivages m et t (en cassures un peu irrégulières et bien moins fines que les clivages p), sont très marqués dans tous les feldspaths des labradorites; ils jalonnent une direction précieuse à consulter pour la détermination du signe de l'extinction qui, négative, se fait dans l'angle aigu p^1 .

Coulée de Côme à Pontgibaud. — La formule des roches, constituant cette coulée, est identique à celle de Fontfreide; cependant les cristaux de feldspath les plus anciens (cristaux carrés, peu aplatis suivant g^1) sont à rapporter exclusivement au labrador;

Fig. 18.
Section suivant g^1



ils présentent souvent une grande inclusion centrale en forme de cristaux négatifs (B), remplie de microlites feldspathiques, augitiques et périclitiques, analogues à ceux du magma de seconde

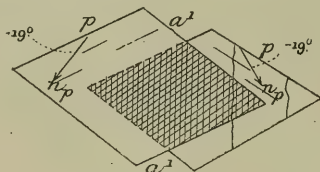
consolidation, mais dépourvus de fluidalité, même quand le magma montre cette structure d'écoulement. Il faut que les grosses inclusions, primitivement vitreuses, aient subi, quoique enfermées, les mêmes phases de dévitrification que le magma de seconde consolidation; nous avons, M. Fouqué et moi, signalé des faits de même ordre, dans la reproduction artificielle de mélanges de leucite et de pyroxène; la leucite qui cristallise à haute température, enferme, entre ses zones d'accroissement successives, des gouttelettes de verre fondu qui cristallise ultérieurement en pyroxène, bien après la consolidation de la leucite ambiante.

Dans l'exemple choisi (fig. 18), qui a été trouvé dans un échantillon provenant du bout de la coulée, derrière la fonderie de Pontgibaud, l'extinction se fait à -25° . Une mince bordure C s'éteint à 0° ; le profil extérieur montre p et $a^{1/2}$; l'inclusion intérieure a en outre le profil des faces m ou g^2 .

Les grandes lamelles présentent, dans la zone de symétrie, des extinctions doubles dépassant encore 50° ; sur g^1 on constate de -20° à -45° ; la forme la plus habituelle consiste dans l'accouplement, suivant la loi de Carlsbad, de deux lamelles en losanges aigus p a^1 ;

Fig. 19.

Section g^1 ; compensation des lamelles maclées suivant la loi de Carlsbad.



la compensation dans les parties superposées se fait presque complètement. Les clivages m sont bien marqués, en cassures grossières fort différentes des fines cassures rectilignes qui jalonnent p . Les macles de la péricline sont sensiblement parallèles à p et il est impossible d'asseoir sur leurs traces un diagnostic utile entre l'oligoclase et le labrador; or nous rappellerons qu'on apprécie facilement un à deux degrés d'angle sur la platine du microscope.

Les plus petits microlites feldspathiques se relient par gradations insensibles aux grandes lamelles de la coulée de Côme à Pontgibaud, ces roches étant en moyenne très cristallines. Les angles de la zone de symétrie ne descendent pas au-dessous de 40° (angle double), ce qui suppose une andésine encore basique. Ces microlites sont trop minces pour laisser voir leurs profils g^1 .

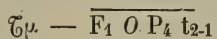
Au camp de Cazalou, l'amphibole brune ferrière, cerclée de

fer oxydulé, est encore abondante et en partie conservée; le pyroxène vert et brun contient quelques cristaux de sphène en forme de toit.

Les variétés vitreuses et scoriacées montrent une abondance de cristallites de fer oxydulé.

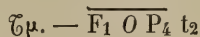
2° LABRADORITES AUGITIQUES ET PÉRIDOTIQUES À PYROXÈNE.

Coulée de Beaunit. — La formule est la suivante :



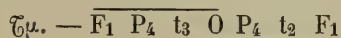
Tous les minéraux ont des représentants dans les deux temps de consolidation; mais en réalité, les seuls grands cristaux abondants sont ceux de fer oxydulé et de pyroxène brun. Les lamelles feldspathiques sont en labrador, les microlites les plus fins en oligoclase, et la roche constitue un passage entre les labradorites et les andésites, dont elle se distingue surtout par l'abondance du pyroxène: c'est une *andési-labradorite*.

Coulée Sud-Ouest de Pourcharet. Formule :



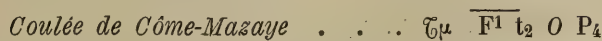
La description de la coulée de Beaunit convient à cette roche; mais le feldspath y est plus basique et l'olivine plus abondante; il y a passage au basalte, sauf pour l'olivine encore microlitique.

La coulée du petit Sarcouy, marquée β^4 sur la carte, se rapproche également beaucoup de ce type de labradorite à pyroxène, car l'olivine y est encore en partie cristallitique.



On remarquera cependant que la basicité s'exagère: les grands cristaux d'anorthite en témoignent.

3° LABRADORITES AUGITIQUES ET PÉRIDOTIQUES sans grands cristaux de pyroxène ni d'amphibole. Il n'y a plus, à proprement parler, qu'un seul temps de consolidation, le second; car les grandes lamelles feldspathiques se relient par gradations insensibles aux microlites les plus fins. Voici les formules des principales coulées à rapporter à ce type, dans lequel le périclote est toujours très cristallitique :



Les extinctions sur g^1 montrent que les andésines basiques dominent dans la coulée de Louchadière; le labrador dans celle de Mazaye; les bytownites au Puy-de-Dôme. La forme des lamelles est bien visible dans la coulée de Louchadière; elle se rapporte à celle de la figure 19, profils pa^1 , aplatissement g^1 , macles de l'albite, du péricline, de Baveno, surtout de Carlsbad.

En résumé, les labradorites forment bien la transition entre les andésites et les basaltes; le pyroxène et parfois l'olivine y apparaissent en grands cristaux du premier temps. Le type moyen des lamelles feldspathiques se rapproche du labrador; les plus fins microlites ne descendent pas au-dessous des andésines basiques (sauf pour la coulée exceptionnelle du Puy de Beaunit); parfois enfin le sphène y existe encore en inclusions dans les grands cristaux de pyroxène et sa présence même accidentelle constitue une curiosité pétrographique dans des roches périclotiques et déjà basiques; car toutes les labradorites présentent d'abondants microlites d'augite et de périclote.

VII. — (β^3 et β^4) BASALTES.

Les basaltes de la chaîne des Puys sont très riches en feldspath, comme toutes les roches précédentes; ils tranchent, à ce point de vue, avec une partie des basaltes pliocènes qui se rapprochent des limburgites. Mais il n'y a aucune différence pétrographique à faire entre les β^3 et les β^4 , c'est-à-dire entre les basaltes quaternaires antérieurs, contemporains ou postérieurs aux andésites et aux labradorites. La parenté de toutes ces roches est vraiment frappante, et elle se poursuit dans les épanchements basaltiques quaternaires plus méridionaux (Tartaret, etc.).

L'analyse en bloc permet de constater une basicité croissante et une composition moyenne plus stable que pour les séries précédentes :

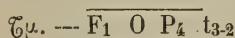
	Si O ²	Al ² O ³	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ² O	K ² O	H ² O	Densité
I. —	49,98	20,41	11,28	»	3,71	9,53	2,81	1,68	0,39	2,91
II. —	50,28	22,21	9,37	»	4,46	8,96	3,98	1,20	0,24	2,88
III. —	50,31	22,95	6,60	0,93	5,29	8,19	4,30	1,00	0,30	»
IV. —	48,57	19,47	13,53	0,76	4,25	10,86	1,33	0,82	0,48	2,79
V. —	53,2	8,7	21,8	Fe ² O ³	»	10,3	1,2	4,1	»	»
VI. —	49,57	19,77	11,36	»	4,31	10,71	2,26	1,28	0,56	2,49
VII. —	49,61	19,52	11,02	»	4,20	10,53	2,51	1,90	0,42	2,97

I. Lave basaltique (β^3) de la Sioule sous la labradorite de Côme à Pontgibaud, par Von Lasaulx. — II. Lave (β^3) du Chuquet Couleire (coulée de Fontana), par Von Lasaulx. — III. Même coulée (β^3)

par Kosmann. — IV. Même coulée (β^3) à Royat au fond de la vallée, par Von Lasaulx. — V. Lave (β^4) de Gravenoire, par Chatoney et Rivot. — VI. Même lave (β^4), par Von Lasaulx. — VII. Lave (β^4) du cratère de Louchadière par Von Lasaulx.

Les descriptions micrographiques, dues à Von Lasaulx, mentionnent bien, pour ces basaltes, les principaux éléments composants : fer oxydulé, olivine, augite, labrador. L'orthose qu'il signale à Gravenoire, doit avoir été arraché aux arkoses sous-jacentes, s'il existe réellement.

La formule ci-dessous résume la composition et la structure de ces basaltes feldspatiques.



La succession la plus fréquente, dans la consolidation successive des divers éléments, permet de distinguer un premier temps très ancien, avec fer oxydulé, olivine, augite et rares cristaux carrés d'anorthite ; puis une fin de ce premier temps contemporaine de l'ascension du magma et comportant la production de grandes lamelles aplaties d'un feldspath oscillant entre le labrador et l'anorthite (bytownite) ; l'aplatissement suivant g^1 , le profil $p a^1$ en losanges aigus, la macle de Carlsbad, rappellent en tous points, les lamelles analogues des labradorites et des andésites.

Quant au second temps, il donne naissance à des microlites de fer oxydulé, de pyroxène abondant, enfin de labrador ou d'andésine basique.

On saisit de suite les différences avec les labradorites d'ailleurs très voisines : l'olivine abondante n'existe plus qu'en grands cristaux de taille comparable à ceux du pyroxène de première consolidation, qui ne manquent jamais. La hornblende est toujours absente. Tous les feldspaths gravitent d'un échelon vers l'anorthite. Il serait fastidieux d'entreprendre la description des nombreuses coulées qui se composent de ces basaltes feldspathiques et dont on ne peut que constater l'extrême homogénéité : il y a variation de grosseur des éléments composants, plus ou moins grande richesse en anorthite et en bytownite ; mais en somme la série tout entière constitue une famille des plus caractérisées.

RÉSUMÉ

Si nous jetons un coup d'œil d'ensemble sur les déjections des Puys, il nous faut séparer les plus acides, qui ne nous sont pas connues en coulées, de celles qui ont formé des courants de lave :

la dômite n'a pas une parenté pétrographique évidente avec les andésites, les labradorites et les basaltes des Puys. Mais ces trois dernières espèces constituent une famille naturelle incontestable, principalement caractérisée par sa grande richesse en feldspaths et par la production abondante de lamelles feldspathiques, aplaties suivant g^1 , et intermédiaires entre le premier et le second temps de consolidation. L'existence incontestable du périclote microlitique dans les plus acides de ces roches (contenant jusqu'à 62 % de silice) ajoute un trait original à leur histoire et justifie la séparation qui a été établie entre les labradorites encore à périclote microlitique, et les basaltes dans lesquels ce minéral ne se présente plus qu'en grands cristaux du premier temps, d'ailleurs beaucoup plus abondants. Les basaltes, toujours très feldspathiques, ont une teneur en silice (50 %), relativement élevée et ne se rangent pas parmi les plus basiques des roches basaltiques.

Toute la série se prête à une étude minéralogique très complète, car elle est en somme très cristallisée. On a vu plus haut que la recherche des propriétés optiques des faces g^1 des feldspaths, en lames minces, a permis d'en fixer la nature avec précision. Cette étude paraît confirmer la loi de Tschermak (1).

(1) Pendant l'impression de ce mémoire, MM. Girod et P. Gautier ont annoncé la découverte d'un squelette humain dans les projections non remaniées de Gravenoire (β^4). *C. R. A. S.*, 15 mai 1891, p. 1155.

Le Mont-Dore et ses alentours,

par M. A. Michel Lévy.

IMPORTANCE DU MASSIF. — Le Mont-Dore constitue une vaste ellipse dont le grand axe, dirigé N.-S. compte environ 32 kilomètres, entre Saint Pierre-Roche et Eglise-Neuve d'Entraigues, tandis que le petit axe E.-O., mesuré entre La Queuille et Olloix, n'a que 25 kilomètres. Les coupes nos 1 et 3, Pl. XXIV, rendent compte de la disposition générale de cette vaste protubérance; elle repose sur un plateau de roches cristallines anciennes d'une altitude moyenne d'environ 1,000 mètres. Nous verrons plus loin qu'il est difficile de supposer que le sommet du cône ait jamais dépassé 2,500 mètres d'altitude; ces diverses données conduisent à attribuer aux déjections volcaniques du Mont-Dore une pente moyenne de 11 % et un volume approximatif de 400 kilomètres cubes sur lesquels la moitié au moins a déjà été entraînée par les érosions. Comme terme de comparaison, nous citerons le Cantal, dont le volume a été de six à huit fois plus important, et l'Etna, qui est environ trois fois plus considérable; on sait que, pour ce dernier volcan, encore à peu près intact, la hauteur du cône est de 3.000 mètres pour un diamètre moyen à la base de 40 kilomètres.

SOUBASSEMENT. — C'est incontestablement le granite qui domine dans le soubassement du Mont-Dore; il affleure à l'Est, au Nord et à l'Ouest, dans les profondes vallées qui entaillent le massif volcanique; au Sud, les gneiss dominent; au N.-O., les épanchements trachytiques eux-mêmes viennent reposer sur les micaschistes; enfin vers l'Est, non loin du Saut de la Pucelle, le granite montre, sous les déjections du Mont Dore, de vastes englobements de schistes micacés qui font la suite vers le Sud des régions précambriennes d'Aydat et de la chaîne des Puys. (Pl. XXII, Fig. 2)

Nous allons passer en revue, en partant du Nord, vers l'Est, les principaux fonds des vallées et des ravins où affleurent les roches cristallines de ce soubassement.

1° Dans le ravin entre la Tuilière et la Sanadoire, au-dessus du hameau du Cros, le granite se montre à 1080 mètres d'altitude, sous les cinérites; il est d'ailleurs également visible à une altitude analogue (1020 mètres) à l'Ouest près de la Graille, où il est percé de filons de granulite NO-SE, et à l'Est près du hameau de Servièrre (1100 mètres) où il est traversé par un gros filon de quartz également NO-SE. On est d'ailleurs au voisinage immédiat d'une bordure de ce granite, car à Rochefort il fait

place au gneiss granulitique à cordiérite, et un peu plus à l'Ouest, à Perpezat, il touche les micaschistes. Cette limite, qui court dans une direction N. N.-O., vient donc passer sous les grandes coulées trachytiques qui descendent de la Banne d'Ordenche et du Puy Gros.

2° Entre Aurières, Zanières et Pradas, les basaltes et les cinérites ponceuses reposent sur un plateau peu accidenté de schistes et de quartzites précambriens, à une altitude moyenne de 975 mètres.

3° Puis le granite reparaît à Ludières, à Saint-Nectaire, et il s'enfonce dans la vallée de la Couse septentrionale (ou de Chambon) jusqu'au ravin de Chaudefour, où il apparaît encore à une distance horizontale de 3 kilomètres du Sancy, et à une altitude de 1,130 mètres.

4° La vallée de la Couse méridionale (ou d'Issoire), encombrée par la coulée basaltique quaternaire du lac Pavin, montre des parois en gneiss jusqu'à peu de distance de sa source, à près de 1,100 mètres d'altitude. Ce sont également les gneiss qui apparaissent à Compains, près d'Eglise-Neuve et près de Picherande, entre 1,044 mètres et 1,100 mètres.

5° Vers le Sud-Ouest, le granite reparaît et c'est lui qui forme le fond de la vallée de la Dordogne à la Bourboule et sous Murat Le Quaire, entre 880 et 960 mètres. Mais là encore il se prolonge fort peu vers l'Ouest, et il fait place très rapidement aux micaschistes dont la bande vient du NNE et a déjà été signalé plus haut vers Perpezat et la Queuille.

Le croquis Pl. XXII, Fig. 2 résume ces principales données; on a essayé d'y tracer les courbes de niveau probables de la surface des terrains cristallins et schisteux, qui sert de support au massif volcanique du Mont-Dore; on a de plus prolongé les limites du granite, du gneiss, des micaschistes et des schistes précambriens. On y voit que les centres les plus élevés et les plus riches en filons (Sancy, Dyanne), sont situés sur un dyke intrusif de granite, non loin de la ligne suivant laquelle il s'est introduit entre les schistes précambriens et les gneiss.

Ce dyke granitique forme une sorte de dos déjà légèrement bombé sous les sommets actuels les plus élevés, mais ce bombement paraît comme étranglé en son milieu et cette circonstance ne sera pas une des moins importantes à faire valoir un peu plus loin, lorsque nous chercherons à établir que le massif du Mont-Dore est traversé par une faille E.-O. qui en a abaissé la partie méridionale. La disposition générale des courbes de niveau montre d'ailleurs le raccord de cette espèce de cône à pente très faible avec le soubassement du Cézalier au Sud et des Puys au Nord.

FORMES GÉNÉRALES. — La disposition des principaux cours d'eau qui rayonnent autour du Mont-Dore, n'amène pas à un étoilement entièrement régulier, comparable par exemple à celui du Cantal. Les plus longues vallées sont N.-S. ou E.-O., ce qui tient au peu de largeur relative et à l'allongement du soubassement dont les horizontales et les lignes de plus grande pente sont N.-S. et E.-O. De plus, à proprement parler, l'étoilement est double. Il y a d'abord divergence des coulées volcaniques autour du Sancy; puis arrêt apparent de ces coulées le long d'une ligne E.-O., jalonnée par la Dordogne et la dépression au-dessus de la grande cascade du Mont-Dore.

Si l'on décrit, du coude de la Dordogne comme centre, un arc de cercle passant par la Banne d'Ordenche, l'Aiguiller de Guéry, le Puy de la Croix-Morand et le Puy de l'Angle, il sert visiblement de point de départ à une seconde série de coulées, qui ne peuvent converger avec les premières.

Les causes de cette apparence compliquée sont également complexes. Il faut les rapporter à la faille à laquelle nous avons fait allusion plus haut, et en outre à l'existence de deux centres principaux de projections, l'un au Sancy et dont le Val d'Enfer met à jour les filons trachytiques, si nombreux et si curieux; l'autre dans les montagnes des alentours de Dyanne (l'Angle), criblées elles-mêmes de dykes de trachyte.

Fig. 20.

Le Mont-Dore, vu de Roure (voir la coupe n° 3, Pl. XXIV).



Fig. 21.

Le Mont-Dore, vu des environs de Saignes (voir la coupe n° 2, Pl. XXIV).

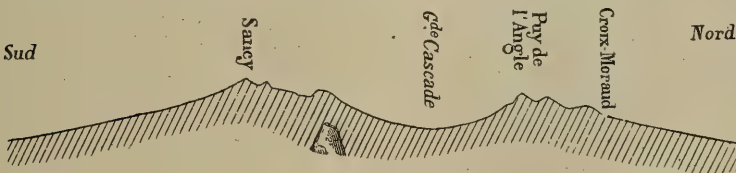
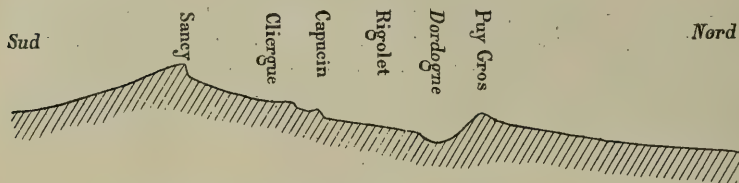


Fig. 22.

Le Mont-Dore, vu de la route de Guéry près de la carrière du Barbier
(voir la coupe n° 1, Pl. XXIV).



Les croquis ci-joints, relevés sur le terrain, et les coupes n°s 1, 2 et 3, Pl. XXIV, dessinées à l'échelle du $\frac{1}{80000}$, rendent compte des principaux profils suivant lesquels se découpe sur l'horizon le massif du Mont-Dore. Le profil de la fig. 22 montre le ressaut que produit, dans l'orographie de la région, la faille de la Bourboule, dont nous chercherons plus loin à établir l'existence et à suivre le contour. La dépression qui correspond au ruisseau de la Grande Cascade dans le profil, fig. 21, correspond tout à la fois à la prolongation de cette faille et à l'existence de deux centres de projection principaux. Enfin le profil de la fig. 20 montre bien la dépression correspondant au lac de Guéry ; cette dépression, principalement occupée par des coulées d'andésites et de labradorites, semble contemporaine des projections de cinérite.

SUCCESION DES PRINCIPALES VARIÉTÉS DE PROJECTIONS ET DE ROCHES VOLCANIQUES DU MONT-DORE. — Avant de pousser plus loin l'étude stratigraphique de la région, il nous faut énumérer les principaux matériaux dont elle est composée ; nous réservons à une série de chapitres spéciaux les détails pétrographiques relatifs à chaque formation, et nous nous bornons d'abord à une liste rangée par âge relatif (en commençant par les roches les plus récentes).

1° Au-dessous des basaltes feldspathiques quaternaires β^4 et β^3 , décrits dans le chapitre relatif à la chaîne des Puys, on trouve, sur les flancs des grandes vallées ou au fond de dépressions secondaires, des coulées de *basaltes* (β^2), provenant parfois de cratères à moitié conservés ; le type pétrographique oscille entre la limburgite et la labradorite basique ; c'est en partie le *basalte des pentes*.

2° Les *basaltes des plateaux* sont évidemment d'âge varié et leur trait commun consiste seulement à être antérieurs aux principales érosions des vallées voisines. Mais une étude attentive des suites de coulées basaltiques qui ont inondé la périphérie du Mont-Dore, démontre que la majeure partie de ces basaltes est postérieure aux éruptions plus acides du volcan ; c'est à ceux-là qu'est réservée la

notation (β^1) ; mais nous l'avons en outre attribuée à tous les basaltes des plateaux dont nous n'avons pu déterminer l'âge plus exactement, et nous avons été conduit à cette hypothèse, précisé-ment parce que les basaltes β^1 authentiques sont extrêmement abondants.

Au point de vue pétrographique, il convient de distinguer au moins deux grandes séries dans ces basaltes : les uns, provenant généralement des nappes supérieures (β^{1-b}), sont peu feldspathiques et se rapprochent des limburgites ; les autres (β^{1-a}) constituent des roches feldspathiques très cristallines, à structure mi-partie ophi-tique, mi-partie trachytoïde, fort reconnaissable à l'œil nu, grâce aux nombreuses lamelles blanches de feldspath qu'on y aperçoit.

3° Les *phonolites* (φ^1) précèdent immédiatement les basaltes dits des plateaux ; ils forment surtout des dykes dont la Sanadoire, la Tuilière, la Maleviale, le Puy Cordé, sont les plus connus. Mais ils constituent aussi d'intéressantes coulées ; le Roc Blanc nous en a fourni un bel exemple.

4° La formation qui vient ensuite est beaucoup plus abondante ; ses coulées, moins épaisses, sont infiniment plus étendues : il s'agit des *andésites augitiques à pyroxène et hornblende* (α^{3-b}) ; elles se chargent en outre de haüyne (1), et de noséane visibles à l'œil nu, au Nord et à l'Est du Mont-Dore, dont elles constituent une des plus belles roches, et passent ainsi aux *téphrites* (α^{3-a}). Les andé-sites supérieures du Mont-Dore ont un aspect rugueux, lavique, très caractéristique.

5° Sous ces andésites basiques, se développe un grand système d'*andésites plus acides* et de *trachytes à grands cristaux de sanid-ine* (α^1 , τ^1), qui apparaissent jusqu'aux plus hauts sommets actuels et dont les épaisses coulées semblent avoir arrêté l'effort des érosions. Les filons et les dykes de ces trachytes percent en grand nombre le centre des cirques volcaniques (Sancy au Val-d'Enfer et à Chaudefour, montagnes de Dyanne).

6° Les trachytes précédents surmontent d'énormes accumulations de *cinérites supérieures et de blocs projetés* ($p^\circ \tau^1$) qui constituent, à proprement parler, la plus grande masse du Mont-Dore. Ces cinérites sont généralement de couleur claire et acides. Les blocs projetés sont de nature très variée et souvent basaltiques. Très fréquemment, cet ensemble meuble a été remanié par les eaux et ce remaniement devient la règle à la périphérie du Mont-Dore.

(1) C'est en 1884 que j'ai signalé pour la première fois les téphrites du Mont-Dore. C. R. A. S., T. XCVIII. — 1394.

7° La cinérite à blocs contient, en intercalations, d'assez nombreuses coulées de roches éruptives variées : *andésites basiques* à faciès cristallin (α), *labradorites basiques* (λ), *basaltes feldspathiques*, (β) souvent riches en zéolites. Les profonds ravins du Mont-Dore donnent des coupes classiques de ces coulées étagées ; nous les avons rencontrées aussi à la périphérie du Mont-Dore, intercalées dans la cinérite remaniée par les eaux.

8° Nous plaçons ici, avec doute, une variété de *basaltes souvent à grains cristaux* (β_1), certainement antérieure à la cinérite à blocs, mais qui peut fort bien être également antérieure à la cinérite rhyolitique dont nous allons nous occuper. Ces basaltes reposent parfois sur les sables et les cailloux roulés du Miocène supérieur. Leurs coulées touchent souvent les roches cristallines anciennes et leurs arkoses ; c'est ainsi que le basalte de Pardines englobe des fragments de granite et de grands cristaux d'orthose que M. Lacroix a trouvés déformés (plan des axes dans g^1).

9° A la base de la cinérite à blocs, on trouve, aux environs de la Bourboule seulement, une autre cinérite plus acide, plus blanche, généralement dépourvue de blocs, analogue à la dômite. C'est la *cinérite inférieure rhyolitique* (p ρ). Entre la Bourboule et Murat-le-Quaire, on la voit reposer directement sur le granite, contre lequel la cinérite supérieure butte par faille.

10° La cinérite inférieure contient des coulées de *rhyolites et de perlites* (ρ), de *phonolites très feldspathiques* (ϕ_1), de *trachytes phonolitiques* (τ_1). Il n'est pas sans intérêt de remarquer que le gisement si restreint des rhyolites de Lusclade est unique en France et constitue un exemple de roches volcaniques d'épanchement très acides, à excès de silice libre, sur le versant septentrional des Alpes (1).

Avant de passer aux coupes de détail qui nous permettront d'établir la succession que nous venons de caractériser, nous nous proposons de résumer très succinctement l'opinion des principaux savants qui se sont occupés de l'âge relatif des roches du Mont-Dore.

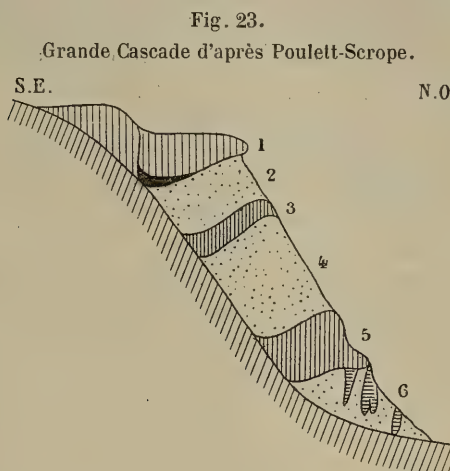
Poulett-Scrope (2) remarque qu'il y a des basaltes antérieurs et postérieurs aux trachytes. Il est frappé de l'apparence celluleuse et rugueuse de l'andésite α^3 exploitée comme pierre de taille et qui constitue, dit-il, la coulée la plus inférieure sortie du Puy de Clergue ; il appelle d'ailleurs ces roches des trachytes et les compare à

(1) Marcel Bertrand, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1888, t. XVI, p. 606.

(2) *The geology and extinct volcanos of central France*, 2^{me} éd., 1858.

la lave de Volvic. Mais il faut bien retenir qu'il les considère comme inférieures (1) aux trachytes à grands cristaux de Bozat ou du Capucin.

Dès lors il les compare, comme situation, à l'andésite α^0 , située



dans le ravin de la cascade du Mont-Dore sous le trachyte à grands cristaux, andésite beaucoup plus cristalline et plus compacte. Il ne s'aperçoit pas que le véritable terme de comparaison doit être cherché dans les coulées supérieures de Cuzeau, qui viennent se superposer au trachyte à grands cristaux de la cascade. En réalité, les andésites de Cliergue ont coulé dans un ravin déjà ébauché entre les trachytes de la montagne de Bozat et ceux du Capucin. La superposition de ces andésites aux trachytes est bien évidente dans le Val de Lacour.

Quoi qu'il en soit, la coupe de la Cascade du Mont-Dore, donnée par Poulett-Scrope, est remarquablement précise, et elle mérite d'être retenue; nous la résumons ici :

1. — Banc de trachyte porphyroïde de 50 mètres de puissance, comparable à la dômite du Puy-de-Dôme (?) et au trachyte du Drachenfels. Ce trachyte englobe des sphéroïdes de couleur foncée, pénétrés de cristaux aciculaires de hornblende et ressemblant aux nodules du trachyte des Monts-Euganéens. C'est notre τ^1 , type relativement basique, car il est augitique et à grands cristaux de périclote. Les nodules sont constitués par des diorites arrachées en profondeur.

(1) L. c., page 128.

2. — Tuf arénacé de même nature que le trachyte; à sa partie supérieure, ce tuf contient de grands cristaux libres de sanidine. Cette seconde subdivision de Poulett-Scrope comporte partie de nos cinérites supérieures ($p^{\circ} \tau^1$).

3. — *Clinkstone* passant au basalte, ou mieux *greystone* colonnaire, contenant de l'augite et un feldspath vitreux. C'est une de nos andésites α° ; elle est ici augitique avec grand cristaux de pyroxène et d'amphibole.

4. — Brèche de scories et de fragments volcaniques avec ciment de tufs. Partie de nos cinérites supérieures à blocs $p^{\circ} \tau^1$.

5. — Banc compacte de basalte *amorphe*. Ce basalte β° , très feldspathique, passe en réalité à la labradorite λ° .

6. — Il en est de même des quelques filons que contient la cinérite à blocs qui paraît au-dessous de la coulée n° 5. Les blocs de granite, de trachyte et surtout de basalte, y sont emballés, d'après Poulett-Scrope, dans un tuf ponceux.

Lecoq (1), dans ses *Époques géologiques de l'Auvergne*, donne la succession suivante pour les « âges moyens » : il place en première ligne les trachytes et leurs conglomérats (τ^1 et $p^{\circ} \tau^1$), puis les trachytes en dykes et en filons. A ces derniers succèdent les coulées trachytiques supérieures à grain plus fin, comprenant (2) les carrières dites du Mont-Dore, c'est-à-dire une de nos andésites α^3 . Ensuite viennent les phonolites (φ^1) et les basaltes (β^1). Lecoq rattache aux trachytes les « *stigmities perlaires*, *stigmities porphyroïdes* » et « *perlites* » du ravin de Lusclade. Il nomme mélaphyre, basalte pyroxénique, trachyte pyroxénique, les variétés de basalte mi-partie ophitique, mi-partie trachytoïde (β^{1-a}).

On voit que, contrairement à Poulett-Scrope, Lecoq a surtout insisté sur la série postérieure à la cinérite, qu'il a fort remarquablement explorée, eu égard à l'état de la science pétrographique (3).

Von Lasaulx, dont les travaux ont été insérés dans le *Neues Jahrbuch* de 1869 à 1872, a eu en mains les bonnes feuilles des *Époques géologiques de l'Auvergne*. Comme le fait justement remarquer M. Gonnard, le distingué traducteur de Von Lasaulx, on n'a pas toujours rendu aux efforts de Lecoq et de Bouillet la justice qu'ils méritent. Le savant allemand n'a pas eu beaucoup de faits stratigraphiques nouveaux à ajouter aux travaux de ses prédéces-

(1) Tome III, 1867, pages 185 et suivantes.

(2) L. c., page 215.

(3) C'est par erreur que M. de Lapparent (Géologie 2^e édition, p. 1330), attribue la découverte des phonolites des environs de Vic Le Comte à M. Julien; Lecoq les a décrits et bien nommés; III. p. 286.

seurs ; on lui doit la détermination de la nature précise des roches du ravin de Lusclade, qu'il a rattachées aux rhyolites, et une coupe détaillée du ravin des Egravats, que nous allons résumer :

1. — Von Lasaulx signale au sommet de la coupe un trachyte gris foncé « qui, çà et là, passe au basalte ». Il l'assimile à l'andésite α° de la coupe de la Grande Cascade.

2. — Puis viennent des cinérites ponceuses à sanidine et, dessous, des tufs colorés contenant du lignite.

3. — Ils recouvrent une coulée de basalte compacte β° qui repose lui-même sur des cinérites à blocs.

4. — Les cinérites inférieures, ponceuses, contiennent, comme à la grande Cascade, des débris de trachyte et surtout de basalte.

Lecoq a d'ailleurs donné, du ravin des Egravats, une coupe presque identique ; seulement c'est le β° que Lecoq signale comme un trachyte noirâtre, passant au basalte. La coulée supérieure α° est décrite par lui sous le nom de trachyte bleuâtre.

Nous devons à M. Fouqué une étude approfondie des abords immédiats du Sancy et de la partie Sud du Mont-Dore (1) ; il a bien voulu guider mes premières courses dans cette région difficile, et me montrer les analogies qu'il a découvertes entre la série du Mont-Dore et celle plus complexe du Cantal. Voici les résultats de cette instructive comparaison : il y a, au Cantal, deux séries bien distinctes d'éruptions, commençant toutes les deux par de grandes explosions qui ont coïncidé avec la projection et l'accumulation de cinérites acides. Les cinérites de la plus ancienne des séries sont plus blanches, plus fines, plus dômiques, pour ainsi dire, que celles de la série supérieure.

A la base de chacune de ces cinérites, existent des coulées basaltiques de petite importance au point de vue de la masse, de grande importance théorique. Le plus ancien de ces basaltes, aux environs d'Aurillac, se montre nettement antérieur aux graviers miocènes supérieurs à *Hipparion* du Puý Courmy. De récentes observations démontrent qu'une partie de la cinérite dômique est probablement contemporaine de ces dépôts.

Le basalte, formant le sommet de la première série et superposé aux coulées de la brèche andésitique inférieure, est *porphyroïde*, c'est-à-dire à grands cristaux de pyroxène et de périclase très abondants.

Au-dessus de lui se développe la seconde série : 1^o cinérites supérieures acides avec niveau bien connu, contenant une flore

(1) Feuille de Brioude, 1882.

(Pliocène moyen) analogue à celle de Meximieux; 2° brèche andésitique supérieure; 3° andésite à amphibole; 4° phonolite; 5° basalte des plateaux.

Par la transition du Cézalier et notamment au moyen des coupes relevées au Sud de la Godivelle, M. Fouqué a pu assimiler avec précision la série supérieure du Cantal à celle du Mont-Dore. Il est certain que les deux cinérites supérieures se correspondent, que nos trachytes et andésites à sanidine font pendant à la brèche andésitique supérieure du Cantal, etc.

Où l'assimilation devient plus délicate, c'est entre la cinérite inférieure rhyolitique de Lusclade et de la Bourboule et la cinérite inférieure domitique du Cantal; suivant en cela les idées de M. Fouqué, j'ai profité des notations qu'il a adoptées dans le Cantal pour noter les roches profondes du Mont-Dore. Mais je ne me dissimule pas les difficultés de cette dernière comparaison : le type *basalte porphyroïde* β_1 existe au Mont-Dore; j'ai même pu y distinguer deux niveaux, β^o quand il est intercalé à la partie inférieure des cinérites, β_1 quand il les précède.

Mais on verra plus loin que, dans les points où des coulées de ce basalte se montrent sans conteste, la cinérite rhyolitique, si peu abondante, est inconnue; à la périphérie du Mont-Dore, et notamment à Saint-Julien et à Perrier, les galets de basalte porphyroïde existent côte à côte avec des galets de phonolite inférieur et même de trachyte, à la base des alluvions ponceuses. Le caractère ponceux des projections est loin de pouvoir servir de critérium aux niveaux des cinérites. Il est vrai que celles de la base sont particulièrement riches en ponce; mais nous avons déjà vu par les coupes du Mont-Dore (grande cascade, ravin des Egravats) que les roches vitreuses acides y reparaissent à plusieurs reprises.

La succession des roches de la série inférieure, au Mont-Dore, ne ressemble guère à celles du Cantal; elles sont plus acides et le type dominant est rhyolitique ou phonolitique, là où les andésites abondent dans le Cantal.

Enfin la discussion des points, où ont été recueillies des empreintes de plantes caractéristiques, nous amènera à penser que la cinérite inférieure du Mont-Dore pourrait n'être qu'un épisode de début de la série supérieure du Cantal et ne descendrait en aucun cas jusqu'à la série franchement miocène de la dômite inférieure du Lioran et d'Aurillac. Ajoutons que la carte de Clermont ne possède qu'un exemple douteux de basalte miocène β_{11} , sous les sables supérieurs des côtes de Chanturgue, c'est-à-dire loin du Mont-Dore.

Il me paraît donc prudent de considérer le Mont-Dore tout entier comme contemporain de la seconde série du Cantal, ce qui justifie d'ailleurs l'idée théorique, émise précédemment, que le début des éruptions s'est produit de plus en plus tard, à mesure que les centres volcaniques ont progressé du Sud vers le Nord.

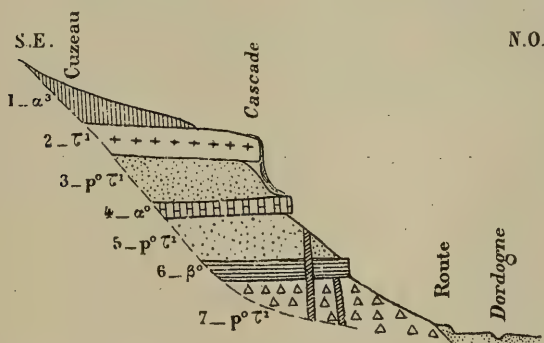
CENTRE DU MASSIF. — Nous allons décrire les principales coupes que nous pouvons fournir à l'appui de la série, par ordre d'âge relatif, que nous avons donnée plus haut; nous commencerons par celles de ces coupes qu'on peut relever dans les ravins profonds qui avoisinent le centre du massif.

Nous sommes d'abord forcé de compléter la coupe classique de la Grande Cascade du Mont-Dore et de la relier d'une part au plateau de Durbize et au Puy de Mareilh, d'autre part au roc de Cuzeau. Poulett-Scrope a arrêté son excellente coupe un peu trop bas.

Voici une coupe naturelle NO-SE, relevée sur la paroi méridionale du torrent et montant jusqu'aux premières pentes du Roc de Cuzeau.

Fig. 24.

Grande Cascade, flanc méridional (Voir la photographie Pl. XIX)



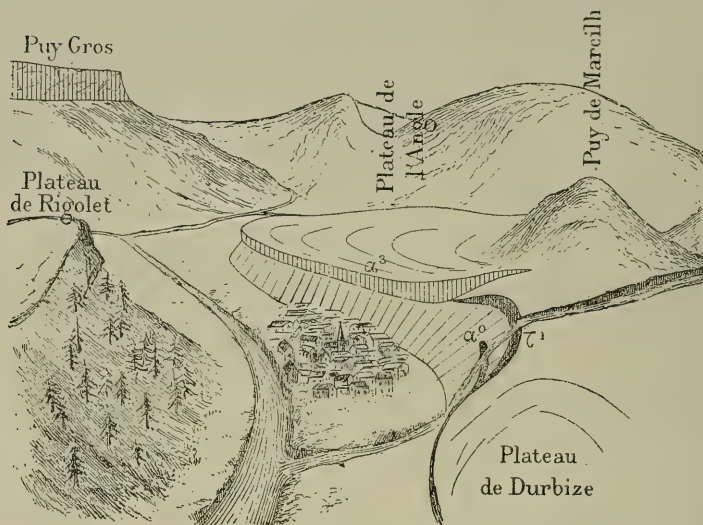
La Dordogne coule à la cote 1050 mètres et ce n'est guère qu'environ 70 mètres plus haut que l'on peut commencer à voir la coupe; elle débute par une brèche cinéritique (n° 7) à blocs basiques abondants, sur laquelle repose une coulée de basalte (1) noir compacte marquée ici β° , comme sur la feuille de Clermont, mais en réalité assez pauvre en olivine. Cette coulée (n° 6) paraît en communication avec des filonnets de même nature; mais au moins un filon de labradorite franche perce ce basalte. Le n° 5 est constitué

(4) Nous renvoyons au chapitre suivant pour les descriptions pétrographiques détaillées.

par une cinérite à blocs déjà plus acides. Puis après l'andésite α^0 (n° 4), la cinérite tout à fait acide, à fragments de trachyte et de sanidine (n° 3) reprend jusqu'au trachyte à grands cristaux τ^1 (n° 2) qui forme le seuil même de la cascade.

Fig. 25.

Vue de la Grande Cascade des pentes du roc de Cuzeau.



On suit ce trachyte au-dessus de la cascade, dans le lit du torrent, jusqu'au pied du Puy de Mareilh, et on le voit, avec évidence, s'enfoncer d'un côté sous l'andésite α^3 du plateau de l'Angle, qui sort elle-même du flanc de ce Puy. Une vue prise au-dessus de la Grande Cascade, en montant au Cuzeau, montre cette disposition qui s'explique parce que le vallon dans lequel l'andésite postérieure s'est épanchée, ne coïncidait pas avec celui que le trachyte avait précédemment encombré (Fig. 25).

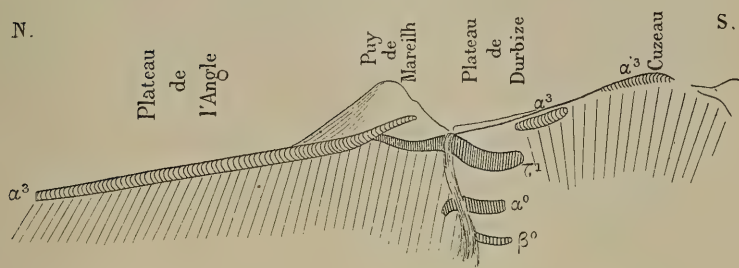
Du reste la même superposition s'observe nettement aussi sur le versant du Cuzeau : le trachyte à grands cristaux s'y montre recouvert par des andésites de plus en plus basiques. La vue (Fig. 26), prise du Capucin, et dans laquelle les parties rocheuses seules ont été hachées, montre cette succession normale, qui nous paraît générale : les trachytes à grands cristaux passent, de bas en haut, par gradations successives, à des types de plus en plus basiques, dont les termes supérieurs sont constitués par des andésites grises, celluleuses, d'apparence lavique, de moins en moins porphyroïdes.

Au contraire, les andésites, inférieures au trachyte, telles que α^0 de la Grande Cascade, sont très cristallines et ressemblent plus à des roches compactes qu'à des laves.

Le ravin des Egravats présente une coupe analogue, mais dans

Fig. 26.

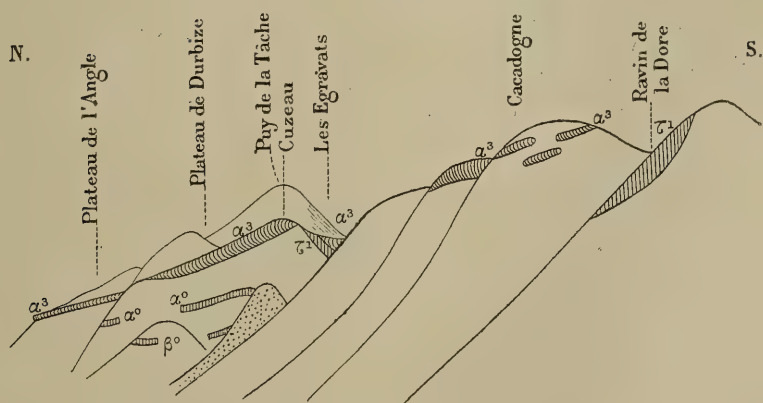
Vue prise du parc du Capucin.



laquelle la position du trachyte à grands cristaux (τ^1) par rapport aux andésites supérieures ressort moins nettement qu'à la Grande Cascade. On sait déjà que l'on y rencontre la prolongation des coulées α^0 et β^0 de cette dernière coupe; lorsqu'on suit les crêtes en passant par le roc de Cuzeau, on marche constamment sur les andésites α^3 jusqu'àuprès du col qui forme le sommet même, très à pic, du ravin des Egravats. En ce col, la composition du terrain est très complexe: le point d'altitude 1640 mètres y est

Fig. 27.

Vue prise entre le Sancy et le Puy Ferrand.



occupé par un filon mince d'andésite N. N.-O., qui perce, non loin de là, au pied Sud du Cuzeau, des variétés porphyroïdes d'andésite

à grandes sanidines (α^1), au-dessus desquelles se développent les bancs de plus en plus basiques des α^3 . Le pied Est du Cuzeau sert de point de départ à une coulée lavique de cette dernière roche. Voici (Fig. 27) une vue en perspective de l'ensemble du ravin des Egravats, relevée dans le col entre le Sancy et le Puy Ferrand, et sur laquelle nous avons marqué de hachures les affleurements rocheux visibles, en leur attribuant la notation qu'ils comportent.

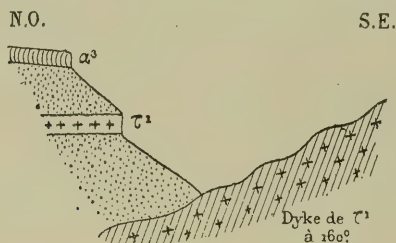
Le sommet même de l'entonnoir des Egravats est dans la cinérite, et l'on s'explique pourquoi la coupe de ce ravin ne montre que des roches en coulées intercalées dans cet étage de projections. L'ascension des pitons de Cacadogne ne montre d'ailleurs nulle part le trachyte à grands cristaux en place; ils sont composés d'andésite α^3 reposant sur une cinérite à blocs variés.

Ainsi l'examen des coupes de la rive droite de la Dordogne nous donne de bons exemples des successions suivantes, que nous énumérons en partant des formations les plus anciennes : dans la cinérite β^0 , λ^0 , α^0 ; puis au sommet de la cinérite τ^1 , α^1 , et par-dessus le tout α^3 à apparence lavique.

La rive gauche donne la même succession; mais les andésites du ravin de la grande scierie conduisent à une coupe un peu moins simple en apparence. Voici d'abord le profil, relevé au fond du Val de Lacour; l'observateur est censé s'élever vers la crête qui le sépare du Val d'Enfer et se retourner vers le N.-E.; à droite un dyke

Fig. 28.

Val de Lacour vu du fond en se tournant vers le N.-E.



de trachyte à grands cristaux, NO-SE, profile sa crête dentelée; à gauche les escarpements du Clergue laissent voir une coulée de trachyte à grands cristaux τ^1 , intercalée dans la cinérite, à sa partie supérieure, qui est surmontée par les coulées d'andésite α^3 venant du sommet 1667 m.

La vue du Val d'Enfer, si intéressante qu'elle soit, n'ajoute aucune donnée stratigraphique aux précédentes; on y voit la cinérite à

blocs projetés, coupée par de nombreux filons de trachyte, dont les têtes se détachent en dents de scie le long des crêtes escarpées qui conduisent au Sancy. Le trachyte est souvent d'une variété rouge orangé, très intéressante au point de vue pétrographique : il se montre riche en microlites d'amphibole.

A l'entrée même, un gros dyke d'andésite à sanidine α^1 traverse une cinérite remplie de scories noirâtres de trachyte.

Tout au contraire, le plateau de Rigolet, entre le Plat à Barbe et le Mont-Dore, donne de nouveau une coupe théorique : la cascade du Plat à Barbe est sur la cinérite ; le seuil même se trouve dans une brèche de fragments basaltiques ; à l'auberge commencent les trachytes à grands cristaux τ^1 , sur les diverses variétés desquelles

Fig. 29.
Coupe du Min de la Vernière au Mont-Dore.

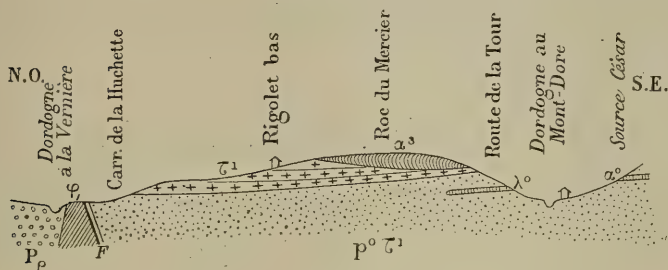
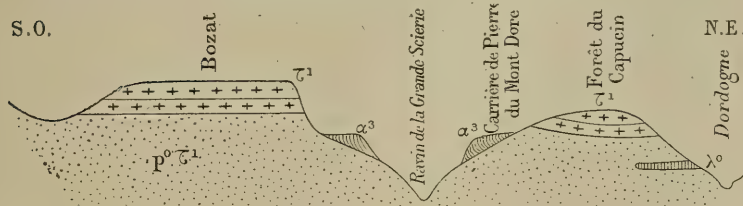


Fig. 30.
Coupe de Bozat au Parc du Capucin.



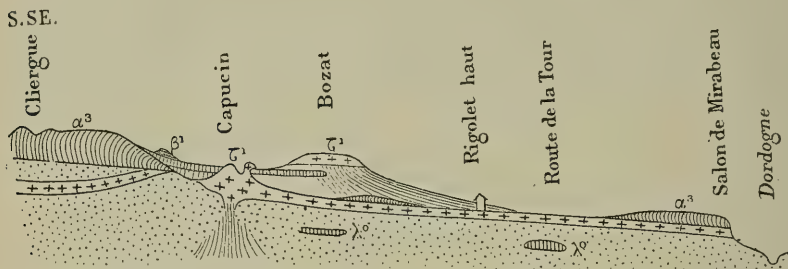
on monte jusqu'à Rigolet bas. A partir de ce hameau, le Roc du Mercier est en andésite supérieure à apparence poreuse et lavique, avec grands cristaux visibles d'olivine rubéfiée. L'escarpement rocheux du Salon de Mirabeau montre la superposition des deux roches. En descente sur le Mont-Dore par la route de La Tour, on rejoint les cinérites et on trouve, intercalée au milieu d'elles, une coulée de labradorite noire compacte, au voisinage de laquelle la cinérite montre des indices de stratification et contient des débris de conifères carbonisés (Fig. 29).

La montée au Capucin par le Parc permet de relever une coupe légèrement différente (Fig. 30); sur la cinérîte contenant des indices de la coulée interstratifiée de labradorite, reposent les masses de trachyte à grands cristaux τ^1 du Capucin; le premier dos boisé en est

Fig. 31.

Le Clergue, le Capucin, et la montagne de Bozat vus du Puy de Mone.

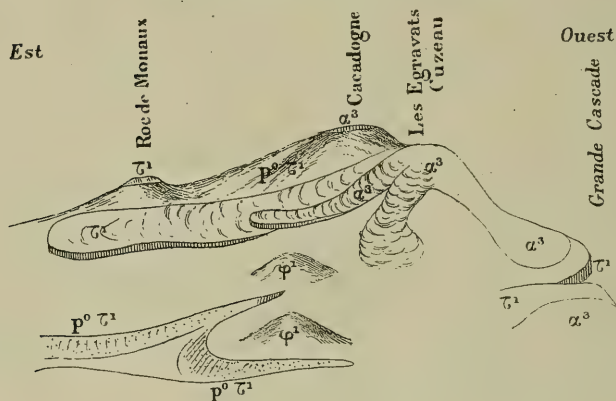
N.N.O.



entièrement composé. Puis une seconde ride correspond au passage d'une andésite α^3 , venant avec évidence du Clergue et longeant une sorte de rainure creusée au bord des coulées de trachyte. A la carrière de la Grande Scierie, on constate que cette andésite repose directement sur la cinérîte. Mais sa prolongation vers le Roc du Mercier d'une part, vers Clergue de l'autre, ne laisse guère de doute, et sur les pentes de ce sommet déjà élevé (1667 mètres), on voit que les coulées d'andésite α^3 , qui en ont divergé, contour-

Fig. 32.

Le roc de Cuzeau vu du Puy de l'Angle.



nent les buttes et les coulées trachytiques de Bozat et du Capucin, parce que l'érosion y avait déjà tracé des sillons (Fig. 31). On sait d'ailleurs, par la coupe donnée plus haut du Val de Lacour, que les andésites de Clergue sont superposées à une coulée de trachyte α^1 noyée à la partie supérieure de la cinérite.

Les bords de la vallée de Chaudefour sont également instructifs, au point de vue de la superposition habituelle des andésites aux trachytes. Du Cuzeau divergent trois coulées d'andésites laviques α^3 ; nous avons déjà vu que la plus occidentale vient recouvrir le trachyte à grands cristaux de la Grande Cascade ; celle du milieu repose sur la cinérite, mais la troisième, qui se dirige vers l'Est, vient recouvrir les grandes coulées trachytiques de la Guièze, non loin du point de sortie d'un dyke phonolitique O. NO-E. SE. La vue ci-jointe (Fig. 32), prise du sommet du Puy de l'Angle, rend compte de ces divers agencements. Vers la Guièze et les Angles, les coulées trachytiques sont très puissantes ; les inférieures plus acides et plus blanches, les supérieures plus foncées, quoique très riches encore en grands cristaux de sanidine. C'est sur ces dernières que l'andésite lavique du Cuzeau vient pousser, au bout de sa coulée, une sorte de moraine frontale de blocs volumineux.

Sur la rive droite de Chaudefour, le Puy du Haut-Chagourdet présente un bon exemple d'andésite α^3 superposée à des coulées inférieures de trachyte gris à grands cristaux ; on suit ce trachyte jusqu'au-dessus de Montmié, où il repose sur la cinérite.

RIVE DROITE DE LA DORDOGNE AU-DELA DU COUDE DE LA RIVIÈRE. — Nous avons passé en revue les principales coupes naturelles voisines du centre du volcan ; il nous faut maintenant aborder l'étude de celles que présente la rive droite de la Dordogne sous le Puy-Gros et sous la Banne d'Ordenche (Fig. 33).

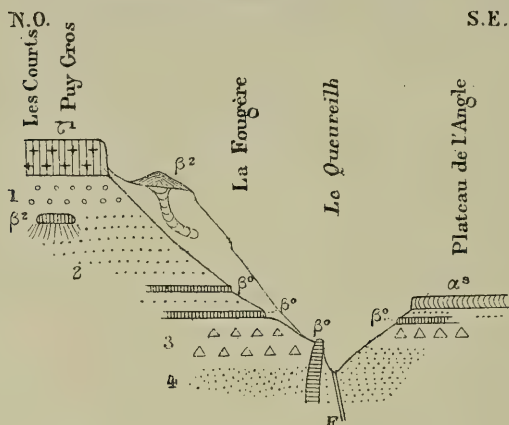
Lorsqu'on fait l'ascension du Puy-Gros par le ravin de la Fougère, on monte d'abord sur une cinérite à blocs basiques n° 3 ; puis à peu près au niveau du plateau de Rigolet, on rencontre deux coulées de basalte à gros cristaux de péridot β^0 , interstratifiées dans la cinérite ; la plus inférieure a 10 mètres de puissance et plonge nettement vers l'Ouest ; la supérieure commence 50 mètres plus haut et n'a que 3 mètres d'épaisseur ; leur coupe par le ravin permet de constater qu'elles s'enfoncent réellement dans la cinérite, tandis que le basalte β^2 des Courts est plaqué contre elle et peut être assimilé à une autre petite coulée de basalte des pentes qui descend à l'Est du Puy-Gros. Sous la colonnade majestueuse que les trachytes à grands cristaux ont édifiée au sommet de ce Puy, la cinérite prend une

apparence ponceuse et palagonitique (n° 1); elle contient des blocs de dômite très acide (Fig. 33).

La coupe précédente se complète par l'étude du ravin du Queureilh, découpé dans une cinérîte blanche également très-acide (n° 4); elle contient quelques pointements, dykes et coulées(?), d'un basalte β^0 et des fragments de trachyte très-acide; à la cascade même du Queureilh, le seuil est formé par un dyke basaltique NS. Sur la route du Mont-Dore, au tournant, on voit sous l'andésite α^3 dont les escarpements couronnent le plateau de l'Angle, un affleurement de basalte qui a été à peu près complètement enlevé par les carriers et dont l'allure paraît néanmoins se rapporter à une coulée intercalée dans la cinérîte.

Fig. 33.

Coupe par la Fougère et le Puy-Gros.



On voit quelle complexité présentent ces basaltes interstratifiés ou intrusifs dans les cinérîtes; dans l'exemple actuel, les coulées de la Fougère sont seules à coup sûr de l'âge de la cinérîte. Les affleurements du fond du ravin du Queureilh paraissent intrusifs. La corniche des Courts est plaquée, et il semble fort possible que le basalte de la route du Mont-Dore soit également un β^2 contemporain du creusement de la vallée.

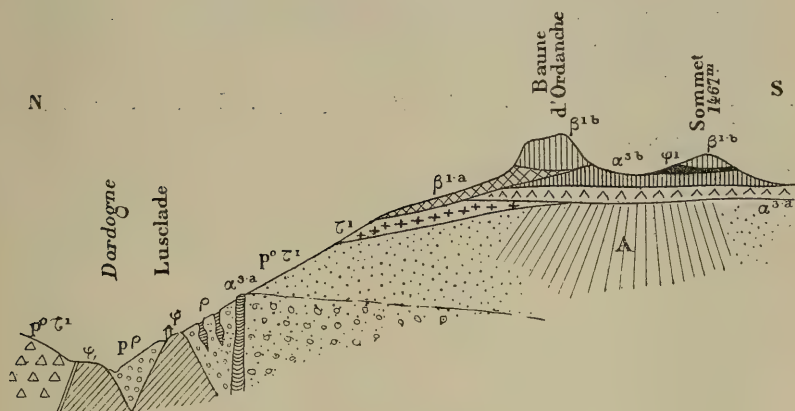
La coupe de Lusclade à la Banne d'Ordenche présente, malgré de réelles difficultés, un grand intérêt : elle est très complète, car elle débute, au niveau de la Dordogne, dans les cinérîtes ponceuses, très acides, qui reposent sur le granite de la Bourboule et qui contiennent les phonolites ϕ_1 et les rhyolites ρ inférieurs (Fig. 34).

Sur la rive gauche, cette cinérîte acide et pulvérulente fait place, au-dessous de Prénoux, à une cinérîte à blocs variés;

exploitée pour moëllons. Sur la rive droite, elle s'élève très haut dans le ravin de Lusclade et surtout dans celui à l'Est de la Gâcherie; les coulées de rhyolite et la cinérite silicifiée y montent jusqu'à une petite cascade qui saute sur un filon d'andésite augitique à haüyne $\alpha^3\text{-a}$, marquée à tort α^o sur la feuille de Clermont.

Plus haut, les trachytes à grands cristaux τ^1 forment le sol de la

Fig. 34.
Coupe de Lusclade à la Banne d'Ordenche.



forêt à l'Ouest du ravin; enfin au haut des bois, le basalte ophitique $\beta^1\text{-a}$ repose sur le trachyte et le déborde.

Mais vers l'Est, immédiatement sous la Banne d'Ordenche, et aussi dans le ravin entre le sommet 1515 m. et le sommet 1467 m., la coupe se complète: le sommet de la Banne est en basalte compacte $\beta^1\text{-b}$ qui repose sur le basalte ophitique $\beta^1\text{-a}$; immédiatement sous les basaltes, se développent des variétés laviques, grises, d'apparence rugueuse, que le microscope décèle comme des andésites à haüyne et péridot; on en peut recueillir de beaux échantillons, près des sources qui jaillissent au pied de la Banne d'Ordenche.

Plus à l'Est, immédiatement sous le col entre les deux sommets, la roche blanchit, devient schisteuse et passe à une variété de phonolite acide, dont on rencontre également des affleurements dans le ruisseau voisin du point 1488 m. à l'O. NO de la Banne. Le sommet 1467 m. est en basalte compacte, qui repose sur ces bancs phonolitiques.

La coupe est donc très complète et se prête à un schéma théorique

très satisfaisant. Mais les éboulis masquent la plupart des contacts et nous forcent à résumer les superpositions *incontestables*, pour éviter toute interprétation trop théorique.

La superposition β^{1-b} , β^{1-a} , τ^2 est nettement visible à l'Ouest de la Banne d'Ordenche. A l'Est, la superposition β^{1-b} , ϕ^1 , α^3 est tout aussi nette. Il est presque hors de doute que la superposition β^{1-a} , α^3 , τ^2 , existe réellement dans la pente occidentale, au pied de la Banne. Enfin les divers niveaux de ces coulées ne s'accommodent pas avec une autre succession générale que celle adoptée par nous.

Il est intéressant de délimiter la région occupée par la cinérite acide, rhyolitique et phonolitique, de la base : elle paraît s'étendre de la Bourboule à Prente-garde, et elle se cantonne surtout sur la rive droite de la Dordogne et du ruisseau du Queureilh ; elle n'empiète guère sur la rive gauche que près de la Vernière. A la partie supérieure, la cinérite à blocs paraît très irrégulièrement plaquée sur la cinérite inférieure, et c'est dans les ravins à l'Est et à l'Ouest de la Gâcherie que cette dernière monte le plus haut. Les phonolites et les trachytes phonolitiques y pointent en quatre endroits différents : 1° entre Pessy et Lusclade, sur toute la hauteur comprise entre la route du Mont-Dore et celle de la Bourboule ; 2° à la Vernière, rive gauche de la Dordogne ; 3° à l'Est du moulin de Lusclade ; 4° en face de la source pétrifiante, rive droite et dans le chemin montant aux Courts. Ces affleurements irréguliers ne rappellent guère les dykes habituels de phonolites ; une partie d'entre eux pourrait constituer des coulées épaisses.

D'une façon générale, tous les affleurements de rhyolites et de perlites sont condensés dans un rayon de 300 mètres environ autour du moulin de Lusclade ; on les trouve dans le ravin à l'Ouest de la Gâcherie, dans celui qui part du moulin de Lusclade et enfin dans le chemin montant au hameau. Les plus belles variétés rhyolitiques proviennent de ce dernier gisement ; les autres contiennent surtout des roches vitreuses, de passage aux perlites. Les rhyolites et les perlites constituent des coulées interrompues dans la cinérite silici-fiée ; elles paraissent occuper un niveau un peu supérieur à celui du phonolite exploité en carrière au-dessous de Lusclade.

De nombreux dykes et filons traversent cette cinérite inférieure ; dans le ravin à l'Ouest de la Gâcherie, nous aurons l'occasion d'étudier de curieuses variétés d'andésite micacée en filons minces. Aux environs de Lusclade, il existe quelques dykes de trachyte à grands cristaux ; les filons de basalte sont aussi très nombreux et de directions variées.

Cette partie tout-à-fait profonde et inférieure des déjections

volcaniques du Mont-Dore soulève divers problèmes théoriques intéressants. Nous avons déjà fait remarquer qu'elle ne se distingue pas, d'une façon absolument tranchée, des autres variétés de cinérite; d'une part elle contient elle-même des fragments de roches volcaniques (trachytes, basaltes) arrachés et projetés; on en rencontre notamment sous Pessy, dans le chemin qui descend du petit plateau basaltique β^2 , plaqué contre les cinérites, à la route de la Bourboule; la route du Mont-Dore entre Lusclade et Genestoux en présente d'autres exemples. D'autre part, nous avons signalé, aux Egravats et sous le Puy-Gros, des variétés de cinérite supérieure également très acides et ressemblant à la dômite.

Les rhyolites et perlites seules constituent un trait tout-à-fait original de ces premières déjections du Mont-Dore; personne n'a jamais douté de la contemporanéité de ces roches avec la cinérite inférieure dans laquelle elles apparaissent en coulées interstratifiées. Cependant divers indices semblent nous prouver que les sources siliceuses ont longtemps duré au droit des ravins voisins de Lusclade; quelques variétés des trachytes recueillis dans les bois, à l'Ouest de la Banne d'Ordenche, contiennent encore des sphérolites siliceux.

Le sommet 1382 m., à l'Est du Puy-Gros, présente également des variétés de trachyte acide, passant à une sorte de microgranulite sur laquelle nous reviendrons dans notre étude pétrographique.

Par contre, nous avons été les premiers à supposer que les phonolites entre la Bourboule et Genestoux appartiennent à la série inférieure et ne sont pas simplement des dykes de profondeur, dégagés par l'érosion. Ici encore la question, excessivement difficile, n'est guère susceptible d'une solution absolument précise; les phonolites sont d'un type pétrographique spécial, assez différent des phonolites supérieurs et notamment très riches en feldspath. On en trouve des débris dans la cinérite sur la route de Guéry, entre deux des branches du ravin de Pailloux, sous la cabane de la Tâche (1171 mètres). Mais il est difficile de distinguer la cinérite en place, à fragments projetés, de la cinérite remaniée et mêlée à des éboulis, et certains phonolites supérieurs sont assez voisins des types inférieurs pour permettre de craindre une confusion. La brèche cinéritique, exploitée à la carrière de la Buchette, sous Prégnoix, pour moëllons et taille, contient de petits fragments d'une roche microlitique qui ressemble extrêmement aux phonolites inférieurs. Quelques-uns de ces fragments présentent même des sections hexagonales isotropes qui ont dû être remplies de noséane. L'état de décomposition de ces diverses roches nous

induit seul à quelques réserves dans cette détermination. Enfin nous avons trouvé des galets (fort rares) de phonolite et de trachyte, mêlés aux galets de roches anciennes et de basalte porphyroïde, dans le poudingue à gros éléments de St-Julien, sous la cinérite ponceuse fluvatile.

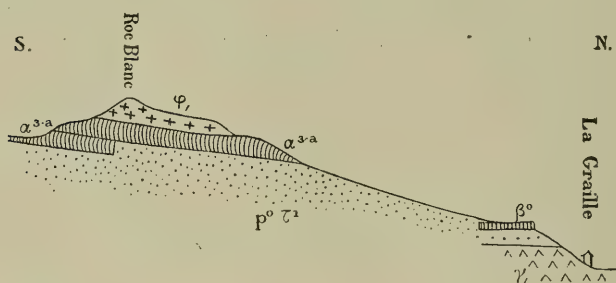
Or ce niveau, inférieur au glaciaire, paraît contemporain des projections cinéritiques, mais antérieur aux principales sorties rocheuses du Mont-Dore, et il serait surprenant que les phonolites supérieurs, qui sont postérieurs même aux andésites, eussent fait éruption avant le dépôt de ce poudingue. Ainsi le groupement, le faciès pétrographique, et quelques indices stratigraphiques de réelle valeur, nous induisent à persister dans notre hypothèse.

DEMI-CERCLE ENTRE LA BANNE D'ORDENCHE ET LA CROIX-MORAND. — On a vu plus haut que ce demi-cercle sert de point de départ au second étoilement de coulées du Mont-Dore. Il présente plusieurs superpositions instructives.

D'abord le Puy Loup montre la superposition du basalte ophitique β^{1-a} à une coulée d'andésite lavique foncée, de passage à la labradorite. Puis le Roc Blanc offre le meilleur exemple d'une coulée de phonolite authentique (φ^1) sur une autre coulée d'andésite à noséane α^{3-a} . Vue du point 1071 au sud de l'andésite d'Orcival, cette superposition (Fig. 35) ne laisse aucun doute; d'ailleurs l'andésite à noséane est exploitée en carrière sur le flanc Est, et au bout du mamelon, vers la Graille, on aperçoit le niveau de quelques basaltes inférieurs β^0 (1087 mètres), couchés sur la cinérite à blocs qui repose elle-même sur le granite (1020 mètres).

Fig. 35.

Vue du Roc Blanc du point 1071 m. au bout Sud de l'éperon d'Orcival.



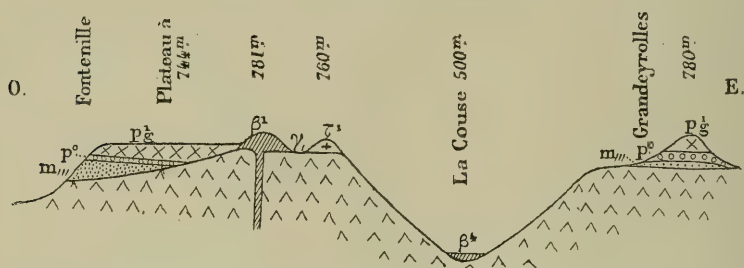
Entre le Puy de l'Aiguiller de Guéry (1547) et le Puy de l'Ouire (1502), dans le col au voisinage du point 1429, une belle coulée d'andésite à hauyne scoriacée α^{3-a} paraît superposée aux trachytes

(à striatelles); en outre, au même col entre les deux Puys, on trouve sous le basalte quelques cailloux très roulés de quartz rubéfié extérieurement, qui rappellent les éléments du poudingue miocène supérieur (voir également Pl. XXIV, fig. 4).

Au-dessus de ce basalte β_1 , on trouve à la Roche-Romaine une série de colonnades en gradins d'un basalte postérieur β^1 ; vers le versant Ouest, on voit s'intercaler entre les deux basaltes une vingtaine de mètres de trachyte τ^1 bien en place, exploité en carrière à une altitude d'environ 1,020 mètres, et, au-dessous du trachyte, également une vingtaine de mètres de cinérites sableuses remaniées qui reposent nettement sur le basalte inférieur. Le basalte supérieur est recouvert par de nombreux blocs erratiques glaciaires.

Au Puy de Canche, dont le basalte semble bien la continuation du β_1 de Bessoles, la roche éruptive repose sur les sables infratongriens; elle présente une sorte d'interruption en forme de col encombré de débris de granite et de micaschistes couchés sur le basalte. Puis vers l'Est, en descente sur Saillan, on croise successivement un conglomérat glaciaire, reposant sur des lits de sables et de cailloux roulés en partie basaltiques. Les éboulis de ces terrains meubles encombrant les pentes jusqu'à une coulée de basalte qui repose directement sur le granite et suit un ruisseau au Sud-Est de Saillan; on voit ce basalte former sa tête de coulée, non loin du village, presque au niveau de la lave du Tartaret; il y a devant cette tête de coulée, comme un amoncellement de blocs glaciaires, bien au-dessous du niveau où commence le conglomérat en place soit au Puy de Canche, soit dans la colline de Fontenille. Nous avons marqué ce basalte β^2 ; son âge est assez douteux; son

Fig. 37.



niveau nous paraît trop bas pour le ranger dans les basaltes β_0 contemporains du creusement des vallées par la cinérite fluviatile.

Les basaltes inférieurs β_1 ont évidemment constitué une traînée jusqu'au plateau de Pardines, dont la situation géologique est abso-

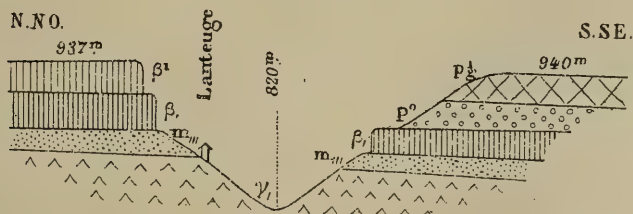
lument comparable à celle du basalte inférieur de Bessoles; la roche éruptive repose sur les calcaires aquitaniens, et localement sur un poudingue à galets très roulés de quartz probablement miocène; elle est antérieure à la cinérite fluviatile et au conglomérat glaciaire. Remarquons que les basaltes de cette traînée ne sont pas porphyroïdes.

Le Puy de Bessoles n'est d'ailleurs pas le dernier témoin des coulées trachytiques, au voisinage des Couses; il y en a un autre au Sud-Est de St-Victor, près du point 1047 m., qui repose également sur la cinérite remaniée. Mais, en outre, Lecoq en signale un dernier gisement vers l'Est, au-dessus de Verrières, en face de Grandeyrol, non loin du bord du plateau formé par le conglomérat glaciaire de Fontenille.

Nous avons vérifié que cet affleurement est bien réellement un bout de coulée démantelée de trachyte, qui repose directement sur le granite, rempli de filons de granulite à tourmaline N.-E. Le trachyte contient beaucoup de débris scorifiés de granite; il occupe le sommet d'un petit mamelon isolé, en face d'un mamelon plus élevé de basalte, dont la coulée érodée est vraisemblablement antérieure au conglomérat glaciaire. Les deux roches volcaniques occupent évidemment le rebord granitique du fond du bateau qui a contenu successivement les courants fluviatiles du Pliocène moyen, et le glaciaire pliocène supérieur; en ce point, la vallée de la Couse septentrionale a été entièrement creusée par les érosions quaternaires et n'avait même pas été ébauchée par les érosions pliocènes, puisque le trachyte τ^1 repose directement sur le granite au bord du profond ravin actuel (Fig. 37).

On voit aussi que la traînée glaciaire Bessoles-Fontenille-Perrier est distincte de celle qui passe à Grandeyrolles et qui provient des

Fig. 38.



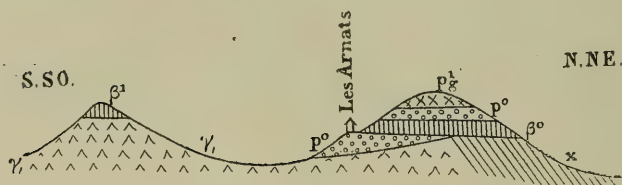
plateaux au Nord de St-Nectaire (voir Pl. XXIII, fig. 4); en remontant cette dernière, on trouve également quelques bons exemples de basaltes β^1 , cette fois porphyroïdes; c'est à Sauvagnat que nous

choisirons notre coupe N.NO.-S.SE, en la faisant passer par l'éperon basaltique au-dessus de Lanteuge (Fig. 38).

Le fond du vallon est en granite, sur lequel reposent des arkoses infra-tongriennes avec fins cailloux de quartz blanc. Immédiatement sur ces arkoses peu épaisses, se développe l'affleurement d'un basalte porphyroïde, à assez grands pyroxènes et périclites, recouvert par une cinérite p^0 remplie de ponce et d'obsidienne, bien visible derrière le hameau de Sauvagnat. Le sommet de la montée est occupé par un conglomérat glaciaire p_g^1 avec énormes blocs de trachyte, d'andésite et de basalte. Nous avons donné la coupe de l'éperon de Lanteuge pour faire juger de la difficulté d'attribuer un âge à certains basaltes. Il ne paraît guère douteux qu'à la base il n'y ait une coulée synchronique du β_1 de Sauvagnat; mais par dessus cette première coulée, le basalte fort épais constitue une série de gradins jusqu'au niveau du plateau pliocène; nous verrons qu'à ce niveau, nous connaissons, dans le voisinage immédiat, des basaltes β^1 très abondants.

2° Mais avant d'en parler, nous pouvons donner, dans la même région, quelques exemples de *basaltes intercalés dans la cinérite fluviatile* et répondant à la notation β^0 . Tel est en effet le basalte des Arnats; une coupe S.SO.-N.NE passant par le hameau montre d'abord, sur le granite et sous les maisons, la cinérite ponceuse; puis, au niveau de la route, une coulée de basalte de 4 à 5 mètres repose sur une cinérite remaniée fluviatile avec grains de quartz.

Fig. 39.



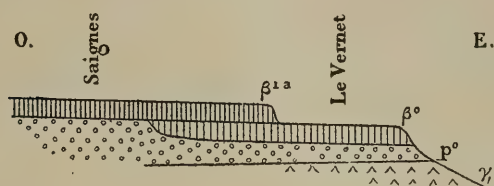
Cette cinérite remaniée continue à affleurer au-dessus du basalte qui paraît s'y enfoncer. Au sommet, il y a une accumulation de blocs glaciaires, trachyte scoriacé, andésite à haüyne, etc. Sur le versant Nord, le basalte, beaucoup plus épais, repose directement sur les schistes à sérinite, EO, presque verticaux. En face du Puy d'Ollolx, la même coulée recouvre directement un lambeau d'arkoses tongriennes (Fig. 39).

On suit cette traînée de β^0 vers le Vernet, où elle repose sur la cinérite remaniée p^0 , se terminant sous Cluchat par une bande de

cailloux roulés. Le basalte β^0 est recouvert par une grande coulée de basalte ophitique β^{1-a} (Fig. 40).

Plus au Nord, vers Saulzet-le-Froid, une trainée de basalte porphyroïde repose sur les sables granitiques remaniés et mêlés de fins débris volcaniques (trachyte, pyroxène); ces basaltes com-

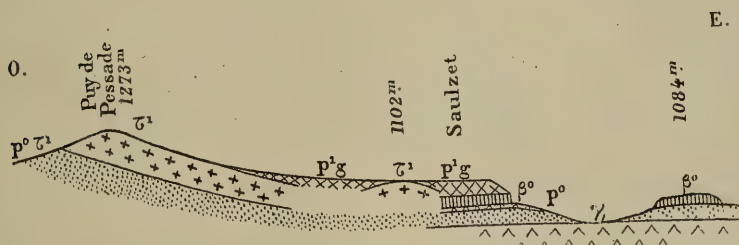
Fig. 40.



prennent l'éperon de Saulzet, les pointements scoriacés qui s'échelonnent vers le point 1084; enfin, la trainée 1036 m. (1), à l'Est du Puy de l'Enfer.

Les sables sont très peu épais et, dans le fond qui précède Saulzet, on soupçonne la présence du granite en place; d'autre part la coulée 1036 repose directement à l'Est sur les schistes précambriens granitisés. On est donc fort près du niveau même du soubassement cristallin et l'altitude des coulées n'a plus grande portée pour la détermination de leur âge; il faut s'évertuer à constater des superpositions directes; celle de ce basalte porphyroïde sur des sables contenant de petits fragments de trachyte nous force à l'attribuer à

Fig. 41.



une formation plus récente que le β_1 . La limite supérieure est fournie par la coupe du mamelon à l'ouest de Saulzet-le-Froid; le basalte y est recouvert par le conglomérat glaciaire avec blocs de

(1) Une double erreur d'impression a été commise en ce point sur la feuille de Clermont: le point 1084 a été marqué en β_1 et la trainée 1036 en β^1 ; tout cet ensemble doit porter la notation β^0 , comme l'éperon de Saulzet.

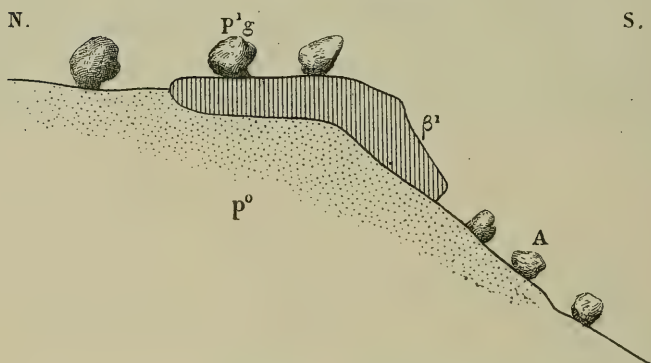
trachytes, d'andésites, de basaltes. Il pourrait donc être rapporté au β^1 , comme les basaltes voisins, formant la planèze d'Aurières, mais la pente est plus rapide, et sa coulée se dirige vers le NE au lieu d'aller vers le Nord. Il y a surtout de grandes présomptions pour que l'extrémité de la coulée trachytique du Puy de Pessade lui soit superposée; on trouve en effet à l'Est du point 1102, de petites carrières de trachyte *en place* qui paraît avoir coulé sur le basalte porphyroïde (Fig. 41).

Du reste, de ces carrières à Pessade, le terrain erratique pourrait bien être constitué par la coulée de trachyte τ^1 à peine démantelée; on ne trouve plus de mélanges de blocs, comme à l'éperon au-dessus de Saulzet, et le trachyte est d'un type toujours le même.

3° Les *basaltes* franchement *postérieurs* à la *cinérite* et aux trachytes, antérieurs aux conglomérats glaciaires, abondent à l'Est du Mont-Dore. Nous en avons déjà vu quelques exemples, chemin faisant : basalte ophitique β^{1-a} du Vernet; basalte supérieur β^{1-b} , compacte, du Puy de Bessoles. Il convient d'y ajouter les grandes

Fig. 42.

Au Nord du Cheix.



nappes basaltiques qui, viennent du Puy de Haut Chagourdet et dont M. Fouqué a constaté la superposition à l'andésite α^3 . Une des digitations de ces coulées part des environs de Maisse, petit hameau à l'Ouest des célèbres grottes de Jonas; on y trouve, en effet, de fins délités sableux rouges, alternant avec des scories et des lapilli basaltiques qui proviennent avec évidence d'un volcan démantelé. Les coulées basaltiques, très épaisses et très nombreuses, se prolongent vers l'Est sur les arkoses sableuses tongriennes, puis sur la cinérite ponceuse; en vue du Cheix, une des branches de la coulée s'inflé-

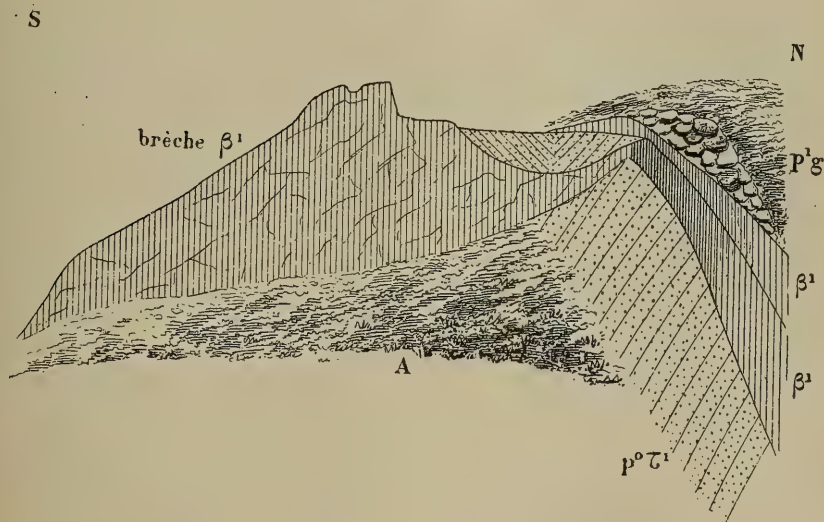
chit et descend, en ravinant la cinérite suivant une pente de plus de 25°; d'énormes blocs erratiques de trachyte ont été portés par les glaces sur ce basalte β^1 (Fig. 42).

Nous allons insister sur une série plus difficile qui diverge des environs de Beaune, et de la Dent du Marais (Saut de la Pucelle), pour aboutir au-dessus de Murols et lancer une digitation le long du plateau au Nord de St-Nectaire.

Nous nous représentons la Dent du Marais comme une des bouches de sortie de ce vaste plateau basaltique; c'est une brèche de fragments basaltiques qui s'est fait issue au milieu des cinérites remaniées p^0 et qui se rattache à des coulées scoriacées et compactes de basalte, superposées à ces cinérites. Au-dessus des coulées basaltiques, on trouve plusieurs lambeaux de conglomérats glaciaires dont la trainée vient nettement de Surain. Ainsi l'âge des coulées basaltiques vues ici sur leurs tranches, et que l'on suit sans interruption jusqu'au-dessus de Murols, est bien déterminé et conforme à notre définition du β^1 (Fig. 43).

Fig. 43.

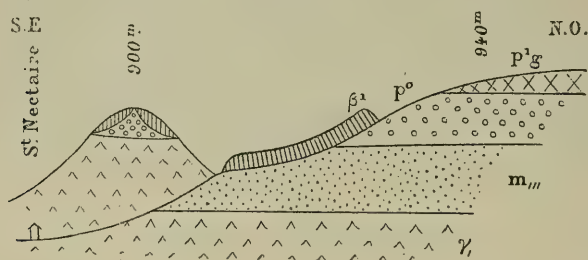
Vue perspective du Saut de la Pucelle.



Il y a, à Beaune, un autre point de sortie, accompagné de brèches analogues aux pépérites, et qui a donné naissance aux énormes coulées basaltiques qui, de Beaune à Chantignat, se juxtaposent à celles du Saut de la Pucelle. Elles poussent au Nord-Est une longue et étroite digitation qui longe le bord du plateau cinéritique de

Solignat ; en plusieurs points, le basalte repose directement sur les sables tongriens, mais à Bussières on voit nettement qu'il s'est frayé son chemin dans la cinérite ponceuse ; à Laval, le même basalte, riche en olivine, paraît en deux couches, toutes deux placées contre la cinérite. Le plus bel exemple de cette sorte de placage existe dans le chemin montant au N.NO de Saint-Nectaire, dans la direction de Cluchat (Fig. 44). Sur la rive Ouest du petit ravin, creusé dans les sables tongriens, que longe ce chemin, nous avons relevé la coupe ci-jointe qui montre que le basalte a coulé dans une rainure creusée indifféremment dans les sables et dans les cinérites.

Fig. 44



D'ailleurs, on est, en ce point même, fort près de la limite des dépressions occupées, et par les sables, et par les terrains de transport pliocènes : car le sommet 900 est composé entièrement de granite ; au faite seulement on trouve un dyke de basalte E.NE et des pépérites sableuses.

A Sailles, au NE de Saint-Nectaire, on trouve, dans la cinérite, un filon de basalte NE à nodules d'olivine, puis une coulée basaltique β^1 , formant un léger bourrelet au-dessus du plateau et intercalée entre la cinérite ponceuse et le conglomérat trachytique glaciaire. Plus à l'Est, du côté de Farges, la corniche basaltique paraît reposer directement sur le granite. Nous donnons ces divers exemples pour montrer l'extrême complexité des apparences dans bien des cas.

VALLÉES AU NORD DU MONT-DORE.

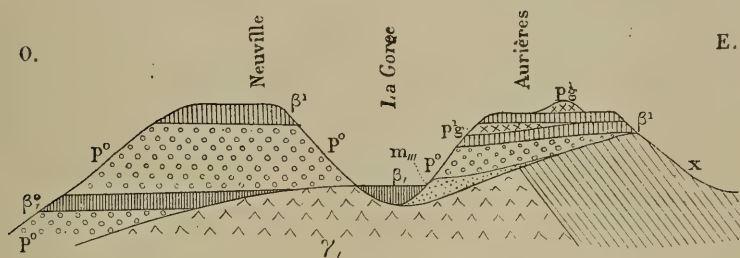
Les *basaltes inférieurs* sont assez abondants dans les vallées NS que suivent les différentes sources de la Sioule et de la Miouse. Dans les deux ravins qui naissent entre les dykes phonolitiques de la Maleviale, de la Tuilière et de la Sanadoire (voir la photographie Pl. XX), nous avons marqué β^0 divers pointements de basalte porphyroïde intercalés à la partie inférieure de la cinérite remaniée ;

il y a d'abord les pitons dont nous avons déjà parlé, au-dessus de la Graille; puis le mamelon 1156 non loin des cinérites du hameau du Cros; une longue coulée intercalée dans la cinérite au Sud de Gratade; enfin l'affleurement en forme de demi-lune de Douharsse. Tous ces basaltes occupent un niveau nettement inférieur à celui des coulées voisines d'andésite α^3 et de trachyte τ^1 ; d'autre part ils reposent sur des lits de cinérite remaniée p^o .

La haute vallée de la Sioule, entre Ribeyre et Saint-Bonnet, présente des exemples analogues à divers niveaux; les basaltes y sont également à grands cristaux de périclase et de pyroxène (porphyroïdes); au Château de Voissieux ce type cristallin n'est qu'à quelques mètres au-dessus du fond; nous l'avons marqué β_1 , bien que les sables quartzeux, sur lesquels il repose, soient déjà mêlés de cinérite à Voissieux même et aussi à Ribeyre.

La coupe du ruisseau de la Gorce à l'ancien moulin de Neuville; près Aurières, est plus nette. Nous la prendrons comme type caractéristique: à l'Est, le basalte, en plateau épais, repose directement sur des quartzites précambriens, transformés en leptynolites par le granite.

Fig. 45.



En descendant sur le ruisseau de la Gorce, on voit une première coulée mince de basalte reposant sur des blocs d'andésite noire et sur une mince couche de cinérite à blocs variés, probablement glaciaire p_g^1 . Il est d'ailleurs constant que le plateau basaltique ou planèze d'Aurières se prolonge jusqu'au pied du Puy de Pessade et y est recouvert par de nombreux déchets d'origine glaciaire. Les coulées supérieures et le glaciaire n'ont que quelques mètres d'épaisseur et reposent sur une seconde coulée basaltique qui, elle, est incontestablement du β_1 ; car elle a coulé sur la cinérite fluviatile remaniée. Un peu avant le fond quelques indices font penser que la cinérite repose ici sur des sables tongriens qui prennent leur développement un peu plus au nord.

Le ruisseau coule sur un basalte porphyroïde β_1 , et la rive gauche

paraît en granite; à mi-côte en remontant sur Neuville, il y a quelques indices de cinérite mêlée de sable.

A 40 mètres en aval du moulin, on trouve une source ferrugineuse et gazeuse au contact du basalte β_1 . La descente à l'ouest de Neuville conduit à Voissieux et ne montre que de la cinérite sableuse, dans la partie inférieure de laquelle apparaissent les basaltes porphyroïdes dont il a été question page 773.

Les exemples que nous venons de donner, montrent que, dans ce district tout au moins, la distinction entre les basaltes β^0 et β_1 est un peu artificielle.

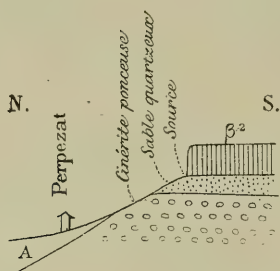
Le basalte bien connu de Charade, près Royat, est porphyroïde.

Les *basaltes des plateaux* répondent bien ici à la définition du β^1 ; on peut même dire qu'ils paraissent empiéter parfois un peu sur les β^2 , comme au-dessus du moulin de Neuville. En d'autres termes, le régime glaciaire a commencé avant que les coulées basaltiques qui ont constitué les planèzes d'Aurières et de Vernines, eussent terminé leur évolution.

Plus à l'Ouest, on trouve entre la Sioule et le vallon d'Orcival, une traînée de basalte ophitique β^{1-a} . Entre Orcival et Rochefort, le basalte se montre superposé à une coulée de trachyte foncé τ^1 .

RÔLE DES BASALTES β^2 ET β^4 DANS LE MASSIF DU MONT-DORE. — Primitivement la notation β^2 avait été attribuée aux basaltes des pentes, c'est-à-dire à ceux qui, antérieurs à l'achèvement des vallées

Fig. 46.



actuelles, avaient cependant profité du commencement de leur creusement pour y épancher leurs coulées.

L'étude des cinérites remaniées et des conglomérats glaciaires du Mont-Dore démontre que le creusement de certaines vallées s'est produit dès l'époque du Pliocène moyen; il a donc fallu distinguer, parmi les basaltes des pentes, ceux dont l'âge a pu être caractérisé avec plus de précision.

On a rangé, dans les β^2 , les basaltes dont les coulées sortent souvent

au pied de cones de scories encore bien conservés, et qui ont néanmoins été nettement et profondément entamées par les phénomènes d'érosion des vallées actuelles. Telles sont les laves du Puy de Compéret, du Puy de Servièrre, du sommet 1336 au Sud-Est de Guéry, du Puy Vivanson. La coulée de ce dernier vient se superposer aux environs de Perpezat à des sables quartzeux, qui recouvrent eux-mêmes la cinérite ponceuse (Fig. 46).

Le ravin, qui descend du lac de Guéry vers Pailloux, est bordé, sur ses deux rives, par de puissantes coulées de labradorite et de basalte plaquées à mi-côte contre la cinérite; ici le creusement de la vallée date nécessairement au plus tôt du Pliocène supérieur et paraît même vraisemblablement quaternaire, puisqu'il a profondément entamé des roches du Pliocène supérieur et des cinérites du Pliocène moyen.

Nous citerons, pour mémoire, les basaltes des fonds de vallées β^4 à cratères conservés, dont la lave du Tartaret et celles du lac Pavin présentent des types dont nous avons parlé à propos de la chaîne des Puys. Ce sont des basaltes très feldspathiques.

AGE ABSOLU DES PRINCIPALES FORMATIONS DU MONT-DORE.

Les indications paléontologiques qui permettent d'intercaler, dans la série des produits volcaniques du Mont-Dore (par ordre d'âge relatif), quelques niveaux nettement déterminés, ne portent pas sur un grand nombre de gisements.

Cependant on possède, grâce aux travaux de Bouillet, Bravard, Jobert, l'abbé Croiset, MM. Pomel, Depéret et Boule, un point de repère maximum excellent, au-dessous duquel on peut placer sans contestation possible toute la série du Mont-Dore, y compris les andésites à haüyne, les phonolites supérieurs et les basaltes ophiitiques. Ces dernières roches ont une structure microscopique très caractéristique et qui ne se rapporte, à notre connaissance, dans toute la région, qu'à un seul niveau, celui du β^{1-a} dans la liste dressée ci-dessus.

Tout cet ensemble est antérieur au conglomérat glaciaire, qui en contient des débris authentiques, et dont Lecoq (1) a suivi deux vastes trainées sur la rive droite et la rive gauche de la Couse septentrionale (voir les coupes n° 4, Pl. XXIII). On sait que Poulett-Scrope et Lecoq ont rapporté ces courants conglomératiques à l'action des eaux. M. Julien (2), le premier, a montré qu'il faut les rapporter à

(1) L. c. III. 277.

(2) Thèse inaugurale.

des phénomènes glaciaires qui, seuls à notre sens, peuvent expliquer la diversité et la variété de taille des blocs charriés, ainsi que les stries dont plusieurs d'entre eux montrent des traces incontestables. La difficulté subsistante réside dans la nature presque exclusivement cinéritique de la boue qui enchasse ces blocs; elle ne ressemble guère, en effet, aux boues glaciaires des autres régions et notamment à celle du glacier quaternaire du Cantal. Quoi qu'il en soit, on trouve, à différents niveaux de ce terrain conglomératique, des couches fluviatiles avec sables et cailloux roulés, et ces couches contiennent la célèbre faune supérieure de Perrier à *Elephas meridionalis*, etc., qui caractérise le *Pliocène supérieur* p^1 de la carte géologique de France.

Or, dès la base du terrain conglomératique glaciaire, toutes les variétés de roches du Mont-Dore se trouvent côte à côte parmi les débris charriés; en outre, nous avons donné plus haut un grand nombre de coupes montrant le pliocène glaciaire couché indistinctement sur les trachytes τ^1 et les basaltes β^{1-a} (voir notamment les coupes du Puy de Bessoles, du Saut de la Pucelle, du Vernet, du Puy de Pessade).

Ainsi les déjections du Mont-Dore, depuis les trachytes et leurs cinérites, jusqu'aux basaltes à structure ophitique β^{1-a} , sont antérieures au Pliocène supérieur p^1 à *Elephas meridionalis*. La coupe (Fig. 45, p. 773) que nous avons relevée au-dessus du moulin de Neuville, près Aurières, semble indiquer que les basaltes β^{1-b} des vastes plateaux du Nord du Mont-Dore sont eux aussi antérieurs et seulement pour partie contemporains de la base du Pliocène supérieur.

Les limites inférieures sont loin d'être fixées avec la même précision. Nous avons étudié à Perrier les couches fluviatiles inférieures, délimitées avec soin par M. Munier-Chalmas, et qui ne contiennent que des cailloux roulés de basalte souvent porphyroïde, des lits de ponce et de cinérite acide, des témoins des roches cristallines anciennes. Cet ensemble correspond à la faune inférieure, également bien connue, de Perrier à *Mastodon Arvernensis*, *M. Borsoni*, *Tapirus Arvernensis*, *Antilope antiqua*, etc.; il comprend un niveau à plantes assez bien conservées (*Bambusa lugdunensis*, etc.), que l'on compare à celui de la Mogoudo et de Meximieux (1), et correspond au *Pliocène moyen* p^0 de la carte.

Il semblerait donc qu'à l'époque où le Pliocène moyen fluviatile p^0 de Perrier s'est déposé, la cinérite inférieure ponceuse et certains

(1) M. Pomel y a cité *Fraxinus Lecoquii*, Pom., — *Ulmus Lamotii*, Pom. — *Carpinus brachyptera*, — des saules, un chêne, un carex.

basaltes, surtout porphyroïdes β_1 , avaient seuls fait éruption. M. Munier-Chalmas et moi avons en outre étudié, à Perrier même, une coulée de basalte très riche en zéolites, contemporaine de ces couches fluviatiles et que j'assimile aux β^o du Mont-Dore.

Enfin pour compléter cet ensemble, j'ai découvert sous le basalte de Pardines et en quelques autres endroits (notamment sous la Roche-Romaine) un poudingue presque exclusivement composé de cailloux très roulés de quartz blanc, rubéfiés extérieurement, que M. Munier-Chalmas et moi rapportons au *Miocène supérieur*. Il repose en discordance sur les divers termes de l'Aquitaniien et du Tongrien et paraît antérieur aux roches volcaniques de la région dont il ne contient aucun représentant.

Malheureusement, les choses ne sont pas aussi simples, et divers indices font supposer qu'une partie au moins des éruptions trachytiques du Mont-Dore est plus ancienne que le niveau de la faune inférieure de Perrier. Ce niveau, caractérisé par les mêmes fossiles et la même coupe stratigraphique, seulement réduite d'épaisseur, se retrouve à Saint-Julien, près Montaigut-le-Blanc. Or, dans le poudingue qui apparaît au fond des celliers, sous la cinérite ponceuse dans laquelle ils sont creusés, j'ai trouvé des galets de trachyte, et M. Munier-Chalmas m'a signalé quelques rares galets de phonolite, côte à côte avec les nombreux galets de basalte porphyroïde β_1 qui y dominent. Nous avons vu plus haut que ces phonolites peuvent être attribués avec quelque certitude à la formation inférieure φ_1 ; mais les trachytes ne me paraissent guère pouvoir être distraits des coulées τ^1 . Ainsi le Pliocène moyen pourrait fort bien être postérieur, non seulement aux basaltes porphyroïdes β_1 , aux cinérites ponceuses de la base, aux phonolites inférieurs φ_1 , mais encore à certaines coulées τ^1 et, par suite, à la majeure partie des projections cinéritiques du Mont-Dore.

Ces diverses constatations rendent d'autant plus intéressante l'étude des flores découvertes dans ces cinérites, plus près du cœur du volcan, et par conséquent dans une situation stratigraphique nettement déterminée par rapport aux divers épanchements volcaniques. Malheureusement leur étude paléontologique n'a pas été poussée à fond, du moins à ma connaissance, et l'on s'est toujours borné à les rapprocher du gisement classique de Meximieux, que les récentes études de MM. Fontannes, Delafond et Depéret ont décidément rangé au niveau du *Mastodon Arvernensis* (p^{o-b} de la feuille de Lyon).

Je vais néanmoins énumérer les localités où je sais que des empreintes ont été rencontrées. Il en existe dans les éboulis de

cinérite du Saut de la Pucelle, qui ont roulé jusqu'aux bords du lac Chambon ; l'abbé Boulay en cite provenant de Varenne près le lac Chambon ; M. Boule a récemment découvert dans ces éboulis un point plus riche et mieux conservé que ceux des bords du lac ; il est situé plus haut, dans le cirque au pied Est de la Dent du Marais (1).

Des empreintes analogues m'ont été signalées près du Vernet, dans la cinérite sous le β^0 du bout de l'éperon ; on sait que les poudingues p^0 commencent à Cluchat.

Des fragments de conifères carbonisés ont été trouvés par Lecoq dans la cinérite du ravin des Egravats comprise entre l'andésite α^0 et le basalte β^0 . J'en ai retrouvé près du Mont-Dore, sous les affleurements de labradorite λ^0 qui se montrent dans la montée de la route de Latour, et M. Vasseur a rapporté de ce gisement un tronc entier de conifère.

Enfin, aux environs de La Bourboule, divers gisements ont été signalés, malheureusement avec trop peu de précision. Dans la carrière de cinérite de Pessy, près Murat-le-Quaire, qui est ouverte au-dessus du basalte de cette localité, au bord de la route du Mont-Dore, derrière les maisons, on trouve des couches sableuses avec grains de perlite entraînés. J'y ai découvert une empreinte de feuille. Mais les plus belles empreintes de la région paraissent avoir été découvertes au voisinage immédiat de la Bourboule, dans la cinérite domitique la plus inférieure, lors de la construction de la route de la Bourboule au Mont-Dore par Lusclade.

Si ces empreintes permettent d'assimiler la flore de ce niveau à Meximieux, on pourra affirmer que toutes les cinérites du Mont-Dore sont contemporaines du Pliocène moyen, et que la majeure partie de ses éruptions se sont produites avant l'ère du Pliocène supérieur.

Dès lors, on voit que le basalte β^1 est tout au plus contemporain du commencement du Pliocène supérieur ; que β^2 date de la fin du Pliocène et du commencement du Quaternaire ; enfin que β^3 et β^4 sont entièrement quaternaires et de plus en plus récents.

(1) Voici les empreintes des environs du lac Chambon citées récemment par M. l'abbé Boulay et d'ailleurs rapportées par lui sans discussion au Pliocène (Flore pliocène de Théziers) : *Polypodium vulgare*. — *Potamogeton quinquenervis* N. Boul. — *Myrica Gale*. — *Alnus insignis* Gaud. sp. — *Populus tremula*. — *Salix integra*. — Chênes, ormes. — *Zelkova crenata*. — *Z. subkeati* Rer. — *Sassafras Ferretianum* Massal. — *Juglans regia*. — *J. vetusta* Heer. — *Pterocarya denticulata* Herr. — *Arbutus uva ursi*. — *Andromeda vacciniifolia*. — *Cornus Buchii* Herr. — *Robinia* sp. — *Acer pseudoplatanus*. — *A. platanoïdes*. — *A. campestre*. — *A. decipiens* Al. Br.

DISLOCATIONS DU MONT-DORE.

Le contact de la cinérite et du granite est bien visible à la Bourboule ; il présente quelques particularités frappantes qui font immédiatement songer que ce contact se fait par faille avec un rejet important vers le Sud. Derrière l'ancien établissement Choussy, non loin du point d'émergence des sources thermales, dont la température variait de 31° à 54° (1), on voit une haute paroi plane de granite, contre laquelle butte, sur près de 30 mètres de hauteur visible, une cinérite ponceuse blanche d'apparence homogène. A cette hauteur, il faut additionner 85 mètres, profondeur des puits artésiens voisins qui sont restés dans la cinérite, et en outre environ 50 mètres, altitude des mamelons granitiques jusqu'au point où ils disparaissent sous les cinérites relevées de Murat-le-Quaire. Il semble donc que le rejet probable soit supérieur à 165 mètres.

La paroi de granite est presque verticale ; son plongement d'environ 80° a lieu vers le Sud-Est ; la direction est N.-E. et va précisément passer, sur la rive gauche de la Dordogne, dans un petit ravin le long duquel on retrouve le contact par faille du granite et de la cinérite. Les parois de granite sont comme polies et présentent par places des glaces de friction (voir la photographie Pl. XXI).

On a vu qu'à l'établissement Choussy, la cinérite de la lèvre abaissée de la faille est blanche, homogène, ponceuse. Le long du petit ravin de la rive gauche, elle est entremêlée de lits sableux, visiblement remaniés par les eaux ; dès le nouvel établissement et sur le chemin de Fenestre, la cinérite se charge de blocs de trachytes et même de fragments de roches plus basiques ; elle est très stratifiée et plonge légèrement vers le N.-O. ; elle contient de nombreux filons d'andésite et de basalte.

Sous Prégnoux, à une quarantaine de mètres au-dessus de la vallée, on exploite pour moellons une cinérite en forme de brèche à fragments acides, contenant vraisemblablement des débris de phonolites inférieurs. Au-dessus de Prégnoux, elle encaisse des filons de basalte et aussi de quartz résinite N.-S.

La nature des affleurements de la rive droite, du côté surélevé de la faille, est tout aussi variable : dans la montée de la Bourboule au Quaire et du Quaire à Murat, on trouve d'abord au-dessus du cimetière une carrière de brèche avec gros débris de granite et de roches acides ; puis, près des mamelons de granite, la domite fine sans débris étrangers domine ; sous Murat, après avoir croisé un

(1) Ces sources ont été tarées à la suite de forages artésiens dont les eaux atteignent jusqu'à 60°.

filon E. N.-E de basalte, on trouve une cinérite à blocs et même des lits stratifiés plongeant vers le Sud, avec fragments demi-arrondis de granite, de trachytes et de basaltes.

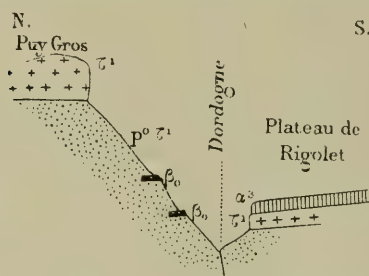
Du Quaire à Pessy, apparaît sous le basalte columnaire de ce hameau, une cinérite blanche à nombreux petits fragments de roches variées; le lit qui touche le basalte est cuit et prend l'apparence de la porcelaine.

Entre Pessy et Lusclade, sous la route du Mont-Dore, la cinérite devient acide, rhyolitique, et se prolonge ainsi jusqu'au-delà des ravins des environs de Lusclade, mais sur la route même du Mont-Dore, de Murat-le-Quaire à Pessy et de Lusclade à Genestoux, on retrouve le faciès à blocs.

Ces exemples paraissent suffire pour nous permettre de conclure qu'on ne peut juger des divers niveaux de la cinérite, uniquement à son faciès. Sans doute, en gros, elle paraît présenter deux niveaux plus acides, l'un tout à fait à sa base (Lusclade), l'autre à son sommet (Puy Gros, Grande Cascade, Egravats), et le niveau intermédiaire se montre généralement riche en blocs variés, souvent basaltiques. Mais les exceptions sont trop fréquentes pour nous permettre de tracer avec sécurité les contours prolongés de la faille si nettement visible à La Bourboule. C'est la principale raison pour laquelle cette faille n'a pas été marquée sur la feuille au $\frac{1}{80000}$ de Clermont, qui ne contient pas la Bourboule.

Nous allons, néanmoins, chercher son contour approximatif : pour nous elle remonte d'abord la vallée de la Dordogne, de l'éta-

Fig. 47.
Vallée de la Dordogne, vue de Murat-le-Quaire.



blissement Choussy au Moulin de la Vernière, puis elle gagne la source pétisante, longe quelque peu la rive droite du ravin de Prente-Garde en laissant au Sud (du côté abaissé) les pointements basaltiques de ce ravin.

Ce premier trajet est suffisamment déterminé par les principaux

massifs de cinérite rhyolitique et de phonolites anciens que la faille doit nécessairement laisser sur son bord septentrional relevé; il nous paraît en outre avoir le grand avantage de justifier l'énorme différence de niveau qui existe entre les coulées trachytiques et andésitiques qui aboutissent, au salon de Mirabeau, presque au niveau de la Dordogne, et reprennent quatre cents mètres plus haut sous le Puy Gros.

Nous avons déjà fait allusion à ce ressaut singulier, extrêmement marqué dans l'orographie de la région (voir coupe n° 1, Pl. XXIV). Il est aussi frappant, vu de l'Ouest, par exemple de Murat le Quaire (Fig. 47), que de l'Est sur la route de Guéry.

La coupe n° 1, Pl. XXIV, faite à l'échelle de $\frac{1}{80000}$ pour les horizontales et les verticales, rend compte des pentes réelles de la vallée; elle montre l'extrême régularité et la faible pente des coulées: 1° de trachyte et d'andésite depuis le Puy de Cliergue et le pied même du Sancy jusqu'à l'extrémité des plateaux de Rigolet et de l'Angle; 2° de trachyte, d'andésite et de basalte, depuis le Puy Gros et la Banne d'Ordenche jusqu'à Perpezat, Saint-Pierre Roche et Nébouzat. La pente moyenne de la première série est d'environ 12,5 % et de la seconde, 6,5 %; encore convient-il de remarquer que cette dernière série, basaltique à la périphérie, présente une pente qui va régulièrement en s'adoucisant; elle peut se subdiviser en deux parties: l'une allant du Puy Gros à Villevalle avec une pente de 8 %, et l'autre de Villevalle à Saint-Pierre Roche à 5 %.

Or la pente du ressaut de la Dordogne, en montée sur le Puy Gros, est de 40 %; il ne peut dès lors être fait que deux hypothèses, entre lesquelles il faut d'ailleurs choisir: ou le fossé de la Dordogne était déjà modelé à l'époque où les trachytes ont fait éruption, au moins jusqu'au pied des nappes volcaniques dont le salon de Mirabeau donne une bonne coupe; dès lors les éruptions dont le Puy Gros a été le centre, auraient nécessairement coulé dans cette rainure profonde sur une pente d'environ 40 %; ou le ressaut actuel est postérieur aux éruptions du Mont-Dore, et il ne peut être expliqué que par la faille de la Bourboule.

Nous préférons cette seconde hypothèse, parce que nous ne trouvons aucune trace nette des coulées qui auraient dû s'épancher de la Banne d'Ordenche et du Puy Gros pour tendre à combler un pareil fossé; nous la préférons aussi parce qu'aucune hypothèse satisfaisante ne pourrait expliquer le modelé singulier qu'aurait affecté la surface supérieure de la cinérite avant les épanchements trachytiques, pour dessiner un fossé aussi profond et aussi dissymétrique.

Nous allons reprendre ce double argument : d'abord sur les flancs méridionaux du Puy Gros et de la Banne d'Ordenche, en dehors des phonolites φ_1 , des rhyolites ρ , des basaltes intercalés β^o et des basaltes des pentes β^2 déjà postérieurs au commencement du creusement de la vallée, nous ne connaissons que des dykes variés, et une corniche de trachyte τ^1 à grands cristaux assez embarrassante, qui affleure sous le village même de Lusclade ; aux maisons c'est la cinérite que l'on retrouve et que l'on peut suivre jusqu'au pied du Puy Gros. Ainsi, ce pointement trachytique est nettement isolé des coulées supérieures similaires ; il est au contraire très voisin de dykes incontestablement intrusifs de trachyte qui paraissent vers Genestoux. Il y a là, néanmoins, une difficulté que je ne cherche pas à dissimuler.

Aussi convient-il d'attacher une grande importance au second ordre d'arguments et de se demander quel singulier concours de circonstances aurait pu donner à la cinérite (avant les éruptions

Fig. 48.



trachytiques et andésitiques qui nous paraissent évidemment à peu près concomitantes) le profil représenté ci-dessus. On comprend que deux centres principaux de projections puissent laisser entre leurs produits une dépression ; mais il paraît bien difficile de lui supposer la dissymétrie qu'accuse la vallée de la Dordogne entre le Queureilh et la Bourboule.

On comprend encore que des cours d'eau antérieurs aux éruptions trachytiques, postérieurs à la projection des cinérites, aient pu y creuser de profondes rainures ; mais on ne s'explique dans aucun cas une érosion amenant à un pareil profil ; la chose est d'autant plus frappante que la symétrie relative de la haute vallée du Mont-Dore, entre les plateaux de Rigolet et ceux de Durbize et de l'Angle, fait un contraste absolu avec son aspect après le coude du Queureilh.

Ainsi, en résumé, l'existence incontestée d'une faille à la Bourboule, entre le granite et la cinérite, avec pendage et affaissement considérable vers le Sud, la présence, au Nord de la vallée de la

Dordogne, de roches profondes, inconnues partout ailleurs, telles que les rhyolites de Lusclade, enfin le profil extraordinairement dissymétrique, dans sa régularité, des coulées de Rigolet et du Puy Gros, nous paraissent rendre très vraisemblable la faille que nous prolongeons jusqu'à l'origine du ravin du Queureilh.

A partir de l'extrémité du plateau de l'Angle, le tracé de la faille devient beaucoup plus hypothétique. Cependant la coupe n° 2, Pl. XXIV nous aidera à en indiquer le prolongement probable. Il est certain que les coulées andésitiques du plateau de l'Angle et le Puy de Mareilh dont elles proviennent, font partie du système abaissé ; elles font fidèlement pendant aux coulées de la rive gauche. On peut en dire autant de toutes les coulées qui, partant du roc de Cuzeau, rayonnent du N.-O. à l'Est N.-E. Au contraire, les dykes et les petites coulées du massif de Dyanne (Puys de Monne, de la Tâche, du Barbier et de l'Angle), les coulées plus étendues des Puys de la Croix-Morand et de Baladou appartiennent à la lèvre relevée.

La faille doit donc passer entre le Puy de Mareilh et celui de l'Angle, aboutir au ruisseau de la Couse de Surain, dans la dépression au-dessus de la grande cascade du Mont-Dore, puis en suivre le cours.

On la perd vers l'Est au-dessus du lac Chambon ; vers l'Ouest au-delà du Fohet ; mais, dans son parcours, elle isole le massif central du Mont-Dore et son premier étoilement, qui semblent affaissés, du second étoilement en demi-cercle d'où partent les coulées de la Banne, du Puy Gros, de l'Aiguiller de Guéry, des Puys de Baladou et de la Croix-Morand. Elle réduit en outre l'importance réelle du second centre éruptif acide du Mont-Dore, celui des montagnes de l'Angle, par rapport au Sancy. Actuellement, la différence d'altitude n'est guère que de 150 mètres (Sancy 1886 mètres, Puy du Barbier 1729 mètres). Cette différence a dû être plus considérable de toute la valeur de la dénivellation due à la faille.

Ainsi ces deux particularités : l'existence de la faille transversale de la Bourboule, celle du massif de Dyanne jouant le rôle d'un second centre de projections acides, nous paraissent de nature à expliquer la disposition actuelle des principales coulées du Mont-Dore, le coude si singulier de la haute Dordogne, l'apparition des rhyolites de Lusclade par érosion, sous la Banne.

L'âge de ce grand affaissement, que les courbes de niveau du soubassement cristallin faisaient déjà pressentir, paraît être postérieur à celui de toutes les éruptions qui se superposent à la Banne d'Ordenche, c'est-à-dire aux basaltes β^1 . Il est à peu près impossible

d'espérer une détermination plus précise ; mais il convient de rapprocher ce grand accident de la faille étudiée à Perrier par M. Munier-Chalmas, et qui est postérieure au Pliocène moyen, antérieure au Pliocène supérieur.

D'ailleurs nous connaissons des fractures avec dénivellations sensibles, intéressant quelques basaltes des plateaux ; par exemple celui de Saint-Sandoux ; celui de Châteaugay, déjà signalé par M. Tournaire ; enfin ceux de Veyrat, près Chanturgue.

Il est fort remarquable qu'arrivés au dernier voussoir occidental du Plateau Central, dont les dépôts tongriens permettent de tracer la configuration précise, nous nous trouvions en face d'affaissements pliocènes transversaux, probablement plus récents que ceux dont nous avons pu étudier le détail entre Loire et Allier, et entre Saône et Loire. L'étude de la chaîne des Puys (voir coupe n° 2, Pl. XXIII), montre que, plus au nord, ce voussoir n'a subi aucun affaissement longitudinal.

L'étude successive des régions volcaniques du Puy-de-Dôme nous permet de préciser la configuration stratigraphique du Plateau Central, dans ses relations avec le soulèvement des Alpes ; nous avons déjà commencé cette étude (1) qui, sur le bord oriental, est facilitée par l'existence des côtes jurassiques faillées du Mâconnais, du Charollais et du Beaujolais. Le résultat était le suivant : entre le Mont-Blanc et le bord du Plateau Central, il y a deux grandes fosses synclinales servant de bassin, la première aux mollasses, à Genève, la seconde au Pliocène de la vallée du Rhône. A l'Est de ces anciens synclinaux effondrés, la première zone de plissement comporte des plis couchés et des failles de glissement presque horizontales ; entre deux se développe le grand anticlinal du Jura, dont le bord oriental témoigne encore de la puissance des composantes horizontales de refoulement, tandis que le bord occidental prélude aux portions moins comprimées qui, après ploiement, ont subi des affaissements plus ou moins considérables.

La région d'entre Saône et Loire joue un rôle assez comparable à celui du Jura occidental ; cependant les affaissements s'y caractérisent par une disposition extrêmement régulière et fréquente : c'est une voûte anticlinale à grand rayon de courbure, effondrée à sa clef, de même que les fonds des synclinaux qui vont suivre sont souvent surexhaussés. La torsion s'est manifestée dans ce voussoir sous forme de grandes failles transversales, décrochements jadis

(1) Michel Lévy. *Bull. de la Carte géol. de France*, 1889-1890, n° 7.

minéralisés (filons de quartz, de barytine, etc.), du système Hercynien, réouverts par le système Alpin.

Puis vient un synclinal, celui des bassins oligocènes et aquitaniens de la Loire, auquel succède un anticlinal à voûte enfoncée, entre Loire et Allier; les lambeaux tongriens étagés sur le flanc occidental du Forez en font foi. Depuis le Mont-Blanc, c'est le troisième grand synclinal et le quatrième grand anticlinal.

Un quatrième synclinal est constitué par le bassin oligocène et miocène de la Limagne (1) qui montre un voussoir surélevé à Saint-Yvoine.

C'est à la faille Ouest de la Limagne, le long du plateau granitique et cristallophyllien qui supporte la chaîne des Puys et le Mont-Dore, que s'arrête ce régime si uniforme et si caractérisé dans la chaîne du Beaujolais et dans celle du Forez. Au-delà de cette faille, nous trouvons encore les traces d'un plateau surélevé de Tongrien et d'Aquitaniens, ou plutôt nous constatons un affaissement au pied oriental de ce plateau; mais il ne comporte plus de dislocations longitudinales; la coupe n° 2, Pl. XXIII, en fournit la preuve; ce plateau ne présente, dans la région qui nous occupe, que la grande dislocation transversale du Mont-Dore qui paraît correspondre à un affaissement du centre de ce volcan.

Voici les observations théoriques que suggère cette succession de plis à caractères variés et de tassements d'âge de plus en plus récent, à mesure que l'on s'avance vers l'Ouest.

D'après les travaux de M. Suess, coordonnés sur la carte de M. Noë (2) et remarquablement commentés par M. Kilian (3), le Mont-Blanc se trouve déjà à l'Ouest de la zone centrale des Alpes, et constitue un simple accident compris dans la bande externe de terrains secondaires, formant un fragment remanié d'une ancienne chaîne Hercynienne, c'est-à-dire d'âge compris entre le carbonifère inclusivement et le trias exclusivement.

Si nous nous dirigeons vers l'Ouest, nous trouvons une première sous-zone, principalement constituée par le Flysch, et qui, aux environs de Taninges, témoigne d'une discordance importante entre le Flysch et les terrains secondaires: il ne nous paraît pas possible d'expliquer d'une autre façon les singuliers pointements de roches cristallines des Gets (4).

(1) Julien, 1880, *Ann. du Club Alpin*, 446.

(2) Geolog. Uebersichtskarte der Alpen. Vienne, Ed. Hoetzel, 1890.

(3) Kilian, *Revue générale des Sciences*, 15 janvier 1891, 13.

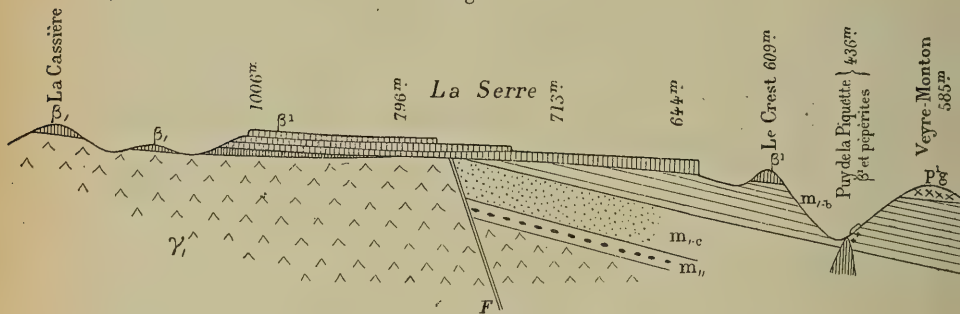
(4) L'étude de cette région difficile est confiée à M. Jaccard; en août 1890, nous y avons fait une course commune avec M. Maillard et M. Tavernier, juge de paix à Taninges.

Les derniers mouvements qui ont présidé aux plissements de cette zone principalement secondaire paraissent antérieurs à la molasse miocène qui comble le grand fossé entre le Jura et les Alpes.

Le second grand synclinal, celui du Jura, est plus récent; la vallée de la Saône et celle du Rhône, à son pied occidental, sont comblées par le Pliocène. Les failles des côtes chalonnaise et mâconnaise dénivellent les terrains jurassiques, quelques lambeaux crétacés, et intéressent l'argile à silex oligocène.

Il faut aboutir à la Limagne et au Mont-Dore pour trouver des indices incontestables de failles et d'affaissements pliocènes. Il semble donc que les derniers contre-coups du soulèvement Alpin, en même temps qu'ils s'affaiblissent de plus en plus vers l'Ouest, y deviennent de plus en plus récents. Ce n'est pas que le plus grand nombre des failles, qui intéressent l'Oligocène et le Miocène de la Limagne, ne soit antérieur aux épanchements volcaniques : à ce point de vue, la coulée de basaltes pliocènes de la Serre est fort instructive; de Nadaillat au Crest, ils passent successivement du granite sur l'Aquitanien, en franchissant la faille terminale de la Limagne, sans en être influencés, et sans même que la pente moyenne de la coulée en soit sensiblement modifiée. Cette faille existait donc et même les érosions en avaient nivelé les bords, quand la coulée de la Serre s'est produite. Son âge approximatif peut être déduit de ce fait que les coulées supérieures de la Serre

Fig. 49.



reposent, près de la Cassière, sur une coulée inférieure de basalte porphyroïde β_1 et aussi sur ce que leur extrémité, vers le Crest, est entamée par les érosions quaternaires, à peu près comme le conglomérat glaciaire p_g^1 voisin de Veyre-Monton.

La même faille terminale de la Limagne se montre, près de Montaigut, nettement antérieure à la traînée pliocène qui aboutit

vers Coudes et qui comprend à sa base des cailloux et des ponces du Pliocène moyen.

On remarquera que les fractures pliocènes comprennent en somme une faille transversale Est-Ouest, qui a été déterminée par l'affaissement de l'étoilement principal du Mont-Dore, et un faisceau de failles longitudinales N.-S., suivant intérieurement le bord occidental du bassin de la Limagne et témoignant d'un dernier tassement de ce bassin (Perrier, Saint-Sandoux, Chanturgue, Chateaugay).

Ainsi donc, c'est seulement la fin des phénomènes de tassement de la région qui est postérieure à une partie du Pliocène; la faille que nous avons suivie au Mont-Dore, celle de Perrier, étudiée par M. Munier-Chalmas, et quelques autres fractures longitudinales, près de Clermont, suffisent pour nous permettre d'affirmer cet âge relativement récent de la fin des mouvements du sol vers le centre du Plateau Central.

Description pétrographique des principales variétés de roches du Mont-Dore

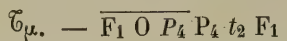
BASALTES MIOCÈNES β_{11}

Nous avons déjà vu que les abords immédiats du Mont-Dore paraissent dépourvus de basaltes antérieurs au Miocène supérieur, et, par conséquent, analogues à ceux d'Aurillac ou des Coirons. Le seul exemple, d'ailleurs, un peu douteux, que la feuille de Clermont nous offre des basaltes anciens, est celui de l'éperon au NE de la côte de Chanturgue, près Clermont; le basalte y forme une coulée à la base de sables arkosiens que nous assimilons avec doute au Miocène supérieur et qui se montrent en tout cas superposés à l'Aquitarien. La coupe est intéressante non-seulement à cause de la situation de la coulée inférieure, mais encore parce qu'elle présente un exemple assez net de fracture intéressant le Miocène et même les coulées basaltiques supérieures.

Sous les côtes de Clermont, les sables supérieurs reposent sur les couches à *Helix*; sous Chanturgue les couches à *Limnées* paraissent servir en partie de soubassement aux sables arkosiens verdâtres; c'est dans la côte de Veyrat que l'on voit avec le plus d'évidence que la coulée inférieure paraît s'enfoncer entre les calcaires à *Limnées* et une formation aréneuse mêlée de calcaires non délités et contenant de petits grains de quartz fluviaux. Une fracture, évidemment

postérieure à tous les basaltes, passe au col entre Veyrat et Chanturgue, d'une part, les côtes de Clermont de l'autre (1).

Les basaltes inférieurs de Veyrat et ceux du bout NE de Chanturgue sont imprégnés de veinules de silice secondaire; le type pétrographique se rapproche des limburgites; il est résumé par la formule suivante :



Les grands cristaux d'*olivine*, très abondants et de grande taille,

Fig. 50.



présentent des formes extraordinairement déchiquetées. Ils sont transformés en opale intérieurement et bordés d'une enveloppe ferrugineuse d'un jaune vif par transparence (Fig. 50).

Le *pyroxène* en grands cristaux est rare; mais il est extraordinairement abondant en microlites du second temps. Le *labrador* est assez rare et toujours en microlites. Les filonnets d'opale sont sans action sur la lumière polarisée.

BASALTES PLIOCÈNES INFÉRIEURS A LA CINÉRITE (β_1)

Nous avons cité un assez grand nombre de gisements de basaltes β_1 dans lesquels ces roches se montrent porphyroïdes, c'est-à-dire riches en cristaux de grande taille de péridot et de pyroxène. Les coulées inférieures de la Serre, au-dessus de Rouillat, et entre le plateau et le tunnel de la Cassière, présentent un type intéressant de ces basaltes assez analogues entre eux :



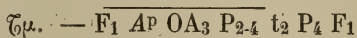
Ce type est moyennement feldspathique et très cristallin; le *labrador* y est surtout abondant en microlites du second temps; la *bytownite* forme quelques grandes lamelles aplaties sur g^1 dans le premier temps.

Les grands cristaux ferrugineux et magnésiens se groupent

(1) Voir la feuille de Clermont.

volontiers entre eux sous forme d'agrégats grenus. L'*olivine*, de grande taille, a subi sur les bords la dégénérescence jaune rougeâtre, amenant à la naissance d'un minéral secondaire dont nous donnerons les propriétés optiques à propos des basaltes ophitiques où nous le connaissons beaucoup mieux développé. Le *pyroxène*, souvent vert au centre et rosé à la périphérie, contient beaucoup d'apatite; les extinctions sont celles des augites. Les microlites d'augite brun assez allongé sont très abondants. C'est, en somme, un type basaltique moins riche en feldspath que les basaltes ophitiques ou quaternaires.

Nous avons marqué aux environs de Lusclade, sur un sentier descendant à Genestoux, à la limite entre la cinérite rhyolitique et la cinérite à blocs basiques, une petite corniche de basalte porphyroïde β_1 qui aurait le précieux avantage de fixer l'âge de cette roche, par rapport aux rhyolites voisins. L'examen microscopique, tout en confirmant cette détermination, a permis de constater la richesse de ce basalte en *hornblende* brune ferrugineuse intacte et ne présentant même pas sur les bords un indice de résorption :



La hornblende se montre ici nettement de consolidation antérieure au pyroxène et tous les éléments du premier temps forment entre eux de curieux agrégats grenus assez volumineux.

Nous pensons que la corniche basaltique en question est *intrusive*; il n'est pas naturel qu'une *coulée* basaltique présente une pareille abondance de hornblende intacte. Dès lors, la position de ce basalte porphyroïde ne donnerait de son âge qu'un minimum; il convient, d'ailleurs, de remarquer que toutes les éruptions basaltiques peuvent localement donner des variétés porphyroïdes : la coulée β^4 du Puy de la Vache présente, elle aussi, de belles variétés très porphyroïdes sur la nouvelle route d'Aydat.

CINÉRITE INFÉRIEURE (p_p)

La cinérite inférieure est généralement blanche, onctueuse, très riche en *kaolin* et en débris de *sanidine* décomposée; à la sortie de la Bourboule vers l'Est et entre le Quaire et Murat, elle contient quelques paillettes de *mica noir*. La brèche intercalée dans cette cinérite, au-dessous du hameau du Quaire, est formée de gros débris de granite de contact injecté dans des schistes micacés; ce granite est riche en *anorthose*, en *zircons roses*; le schiste micacé a pour ciment de la biotite.

Aux environs de Lusclade, la cinérite est remplie d'une brèche de fragments rhyolitiques et perlitiques, cimentée par des produits siliceux.

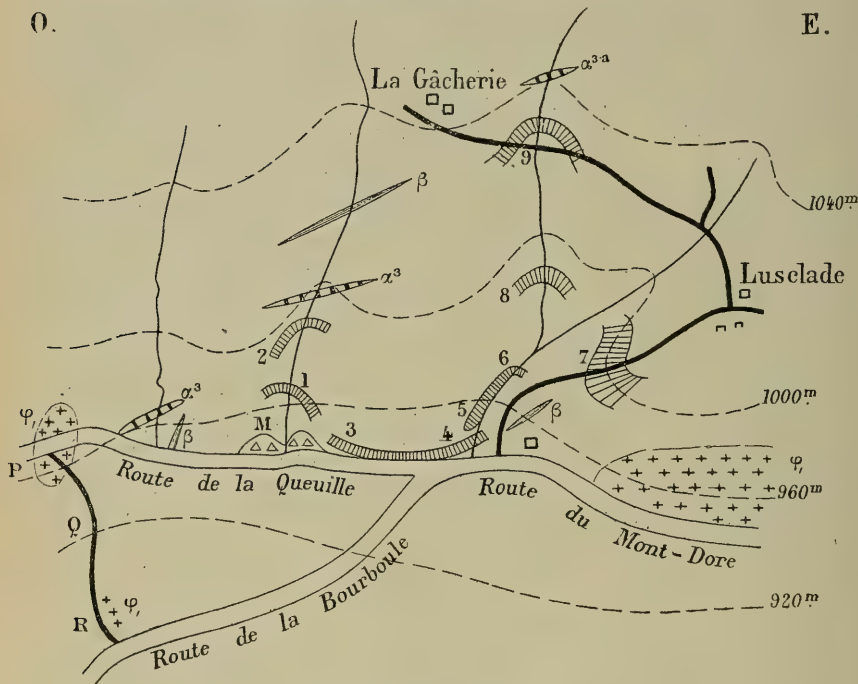
Sous Pessy, les fragments d'*ondésite* à *hornblende* sont abondants. Néanmoins, et malgré ces variations notables, la région comprise entre les affleurements granitiques de la Bourboule et le phonolite de Lusclade est caractérisée par des projections cinéritiques très acides, souvent rhyolitiques et perlitiques.

RHYOLITES (ρ)

L'extrême importance des rhyolites de Lusclade et les nombreuses

Fig. 51.

Croquis au $\frac{1}{20000}$ des ravins de la Gâcherie et de Lusclade



Rhyolites et Perlites

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1 Perlites noires et vertes | 9 Rhyolites blanches et jaunes |
| 2 Perlites blanches | M brèche β |
| 3 et 4 Perlites noires | φ1 Phonolites |
| 5 et 6 Perlites blanches | β filons de basaltes |
| 7 et 8 Rhyolites rouges et grises | α3 filons d'andésite micacée |
| en bancs épais | α3-a filon de téphrite à hauyne |

variétés, qui se présentent côte à côte dans un espace restreint, nous engageant à donner un croquis détaillé des principaux points où nous les avons recueillies; c'est dans les deux ravins à l'Est et à l'Ouest du hameau de la Gâcherie, et dans le chemin montant à celui de Lusclade que se trouvent ces roches intéressantes. D'une façon générale, les variétés vitreuses se trouvent au voisinage de la route du Mont-Dore, le long même de cette route, entre le ravin à l'ouest de la Gâcherie et celui de Lusclade, dans les premiers arrachements de ce dernier ravin, à la première petite cascabelle du premier (1, 3, 4, 5, 6). Les variétés moins vitreuses, plus rhyolitiques, sont cantonnées plus haut, dans le ravin de Lusclade, jusqu'au delà de la croisée du chemin de la Gâcherie, et aussi dans le chemin montant à Lusclade, derrière le moulin (7, 8, 9). La variété (2) du ravin de la Gâcherie est intermédiaire. Les plaques, étudiées ci-dessous, seront rapportées à ces divers gisements. Mais auparavant nous allons résumer les principaux résultats obtenus par Von Lasaulx, qui a, le premier, reconnu la vraie nature des roches de Lusclade.

Il nous paraît inutile de discuter l'opinion émise par ce savant au sujet du mécanisme de production de ces *trachytes quartzifères* injectés, dit-il, dans des tufs détrempés? Nous donnerons seulement les analyses des échantillons étudiés par Von Lasaulx.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O	Densités
I. —	77,21	10,32	1,01	»	1,02	4,89	3,53	1,72	2,31
II. —	78,32	10,91	1,38	»	0,23	3,19	4,02	1,44	2,31
III. —	74,80	14,47	1,03	»	0,43	1,69	6,63	0,96	2,39
IV. —	71,21	14,65	1,73	0,23	0,50	4,21	5,89	1,33	2,56
V. —	69,23	13,71	1,03	»	0,21	3,35	4,07	8,26	2,33

I° Rhyolite gris clair en filon à l'entrée du ravin de Lusclade par V. Lasaulx.

II° Rhyolite rouge brique en blocs au même endroit, par V. Bonhorst.

III° Rhyolite sphérolitique gris clair en gros banc, au même endroit, par V. Bonhorst.

IV° Rhyolite argiloïde rouge brique en filon dans les tufs nettement stratifiés de la vallée de la Dordogne, au-dessous de Rigolet-Bas, sur la nouvelle route de Latour (?) (au voisinage du dyke de phonolite inférieur voisin de la Vernière), par V. Lasaulx.

V° Perlite noire de la route du Mont-Dore, un peu à l'Ouest de Lusclade, par V. Lasaulx.

Au sujet des gisements, il nous paraît que toutes ces roches constituent des coulées plus ou moins épaisses et généralement

très disloquées, dans les tufs rhyolitiques ; nous n'en connaissons *aucun filon* net. Le rhyolite n° IV nous est inconnu sur la route de Latour, qui ne passe pas sous Rigolet-Bas et n'est pas voisine des phonolites de la vallée de la Dordogne.

Voici les principaux éléments reconnus par Von Lasaulx dans les échantillons analysés : dans le rhyolite n° I, il signale de grands cristaux de sanidine, de quartz enfumé offrant rarement des formes déterminables, des lamelles isolées d'un mica magnésien ; le magma contient quelques rares sphérolites et laisse soupçonner des microlites de feldspath et des granules de quartz. Le rhyolite n° II contient en outre quelques cristaux de feldspath triclinique. Dans le n° III, la pâte est surtout composée de sphérolites gris brun et gris verdâtre. La description du n° IV en fait un trachyte et non plus un rhyolite ; Von Lasaulx y signale de grands cristaux de mica vert, de sanidine, d'albite souvent englobée par la sanidine, quelques grains de quartz, le tout dans un magma fluidal rempli de microlites feldspathiques « *éclatants, allongés.* »

La perlite noire, analysée sous le n° V, a montré à Von Lasaulx une pâte noire, dont l'éclat rappelle celui de la poix ; et, dans cette pâte, des cristaux de sanidine et des sphérolites gris verdâtre ; on y voit des parties ponceuses et d'autres où la structure perlitique est bien apparente. La roche est d'ailleurs si friable que Von Lasaulx n'a pu en obtenir de plaque mince ; l'analyse se rapporte au verre noir, autant que possible purifié des grands cristaux.

Avant de passer à la description de nos propres préparations, et tout en rendant hommage à la remarquable étude que Von Lasaulx a faite des rhyolites et perlites de Lusclade, nous devons y relever une grave erreur minéralogique : il n'y a pas de cristaux de quartz de première consolidation dans les roches du Mont-Dore ; cet élément y fait totalement défaut, et son absence empêche de les assimiler complètement aux rhyolites de Hongrie. Von Lasaulx a certainement confondu le quartz qu'il a cru voir, avec quelques cristaux particulièrement limpides et plus ou moins hexagonaux de sanidine (1). Cette rectification une fois opérée, les descriptions de Von Lasaulx deviennent exactes ; il a omis le sphène et la hornblende brune qui apparaissent dans quelques variétés, et il conviendra en outre d'insister sur les caractères optiques des sphérolites qui sont de nature variable.

La formule générale de ces rhyolites est la suivante :



(1) M. Fouqué a bien voulu me communiquer des échantillons qu'il avait reçus de Von Lasaulx lui-même, et dans lesquels il a vérifié l'absence de quartz ancien.

Le *fer oxydulé* est en gros cristaux octaédriques rares, et en petits grains assez abondants qui jalonnent la fluidalité.

Le *zircon*, le *sphène*, la *hornblende brune*, le *mica noir* sont toujours extrêmement rares; une plaque mince en présente deux ou trois fragments; ce sont à proprement parler des éléments accessoires et même accidentels.

Les débris de *feldspath triclinaire*, quoique peu abondants, ne manquent jamais; ils sont trop brisés et trop rares pour permettre une détermination précise entre l'albite, l'oligoclase et l'andésine.

La *sanidine*, fort abondante, est extraordinairement brisée et même émiettée par places; elle présente des cassures irrégulières et se confondrait parfois avec des fragments de quartz, si l'on ne recourait aux propriétés optiques en lumière convergente. On trouve fréquemment de fins *microlites d'orthose* clair-semés dans le magma vitreux ou associés aux produits siliceux de seconde consolidation.

C'est à ces derniers que les roches de Lusclade doivent leur originalité; leur cristallisation y est en général postérieure à la fluidalité, jalonnée par les petits granules de fer oxydulé dont les traînées ne sont nullement dérangées par le développement des produits siliceux, fibreux ou grenus, tandis que les microlites d'orthose ont été visiblement entraînés dans le mouvement du magma.

On peut distinguer au moins quatre espèces de sphérolites à Lusclade; A) les plus anciennement consolidés, encore légèrement étirés dans le sens de la fluidalité, sont bruns, très-finement radiés, à fibres positives (+), à assez faible biréfringence (0,004). Ils rappellent l'apparence de la variété de silice appelée Lussatite (1) par M. Mallard.

B) Ils passent par gradations insensibles à des sphérolites de moins en moins colorés, à fibres toujours positives, mais de plus grande largeur, et de plus en plus biréfringentes; généralement la substance de ces sphérolites (B) forme la périphérie des sphérolites (A); ou vient les mouler irrégulièrement.

C) Enfin, dans quelques échantillons de rhyolites particulièrement cristallins, les sphérolites (B) servent de support à des radiations très individualisées, assez larges, négatives (—) en longueur, d'une biréfringence assez forte (0,007), qui ne présentent aucune zone d'extinction analogue à celle de la calcédoine, entre les nicols croisés.

D) Les intervalles, qui séparent ces sphérolites à longues fibres, sont remplis par un magma riche en quartz grenu, et parfois chargé

(1) Mallard. *Bull. Soc. Min.* 1890, t. XIII, p. 63.

de petits sphérolites hyalins, serrés les uns contre les autres, à fibres très fines négatives, à biréfringence notable et présentant toutes les propriétés de l'agate arborisée (variété de calcédoine).

Pour nous résumer, nous rapportons les fibres A et B à des variétés de pétrosilex empruntant ses propriétés optiques à la *quartzine* (1); ces fibres sont dentelées et parfois comme soyeuses. Les sphérolites C sont probablement composés de *fibres feldspathiques* plus individualisées et laissant entrevoir la macle de Carlsbad; D se rapporte à la *calcédoine*. Comme toujours, une partie au moins des fissures de retrait est postérieure à la cristallisation de ces divers produits siliceux et remplie d'opale qui ne polarise pas.

La PERLITE du gisement n° 1 (voir fig. 51, p. 790), à la première cascade du ravin à l'ouest de la Gâcherie, est brune, très cassante, et se réduisant sous le marteau en petits parallépipèdes. Elle contient du sphène.

La perlite brune des gisements nos 3 et 4, sur la route du Mont-Dore, contient quelques rares sphérolites positifs du type A; les fissures perlitiques y sont parfois bien régulières; le verre brun contient des trichites et des vacuoles étirées.

Au gisement n° 5, on peut recueillir des perlites blanches à verre incolore, en partie ponceux et friable, et des variétés encore vitreuses, mais déjà surchargées de sphérolites A.

Les VARIÉTÉS DE PASSAGE aux rhyolites se trouvent dans les gisements nos 2 et 6, dans le ravin à l'ouest de la Gâcherie et dans celui de Lusclade. Elles contiennent un peu de mica noir, beaucoup de fins microlites d'orthose, des sphérolites A et d'autres C de calcédoine dans une pâte en partie dévitrifiée.

Les RHYOLITES proprement dits, entièrement cristallins, abondent dans le chemin du hameau de Lusclade (7) et dans la partie haute (8 et 9) du ravin. Elles contiennent toutes les variétés de sphérolites A, B, C et D; c'est dans l'une d'elles provenant du gisement n° 8, que j'ai trouvé quelques débris de hornblende ferrière, et de sphène.

Comme on le voit, les rhyolites du Mont-Dore se distinguent des trachytes voisins les plus acides par l'extrême rareté des éléments ferro-magnésiens, par l'abondance de la sanidine, par la présence dans le magma de seconde consolidation de produits siliceux variés. Ces derniers produits sont-ils d'origine primordiale ou secondaire? L'absence du quartz bipyramidé de première consolidation tendrait à faire pencher la balance en faveur de la seconde hypothèse, si

(1) Michel Lévy et Munier-Chalmas, C. R. A. S., 24 mars 1890.

l'analyse, due à von Lasaulx, du verre de la perlite brune la plus intacte, ne démontrait que ce verre lui-même contient un grand excès de silice (voir page 791), 69,23 % avec 8,26 % d'eau et 75 %, si l'on fait abstraction de cette eau. Nous pensons donc qu'on a réellement affaire à une venue réduite de roches acides, dont les trachytes phonolitiques voisins représentent un terme d'acidité décroissante, et non pas seulement à des trachytes silicifiés après coup par des apports secondaires de silice. La nature et l'agencement des sphérolites rappellent d'ailleurs entièrement ceux des roches similaires de Hongrie. Ce sont bien des rhyolites et des perlites, mais dépourvus de quartz de première consolidation.

Les rhyolites de Lusclade contiennent, comme ceux du Yellowstone-Park, des productions sphériques à vacuoles concentriques, identiques aux lithophyses de Richthofen, et que récemment M. Iddings (1) a rapportés à des sphérolites plus ou moins rongés par des actions secondaires immédiates ou encore plus ou moins arrêtés dans leur développement. Entre les croûtes concentriques de ces lithophyses de Lusclade, M. Lacroix a découvert et m'a signalé des lamelles assez épaisses de tridymite, et des cristaux d'orthose. Nous n'y avons pas reconnu de fayalite, bien que ce minéral soit fréquent dans les lithophyses du Yellowstone-Park. M. Iddings attribue ces minéraux des lithophyses à des actions secondaires immédiates (échappement des vapeurs contenues dans la roche elle-même); mais leur variabilité même en fait plutôt de simples produits de fumerolles.

M. Lacroix a également découvert à Lusclade des variétés de sanidine chatoyante, identique à celles que j'ai signalées dans les pechsteins de l'Esterel et dans certains porphyres pétrosiliceux.

PHONOLITES (φ_1) ET TRACHYTES INFÉRIEURS (τ_1)

Leurs gisements sont difficiles à caractériser avec précision; dykes ou coulées épaisses. Von Bonhorst n'a donné qu'une analyse s'y rapportant.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Densité
59,84	23,07	3,35	0,25	1,48	4,52	4,13	3,20	2,51

Elle a trait au phonolite exploité près de Lusclade, sur la route

(1) Obsidian Cliff, Yellowston national Park. — Report... 1888, 235. M. Iddings y signale l'intéressante association de la micropegmatite, avec des sphérolites pétrosiliceux, et en déduit que ces derniers sont composés de quartz et feldspath. Dès 1876 (Ann. des Mines, VIII, 378, 381, 403), j'avais fait les mêmes remarques et les mêmes rapprochements.

du Mont-Dore. Von Lasaulx y signale du fer oxydulé, de longues aiguilles de hornblende verte, quelques cristaux brillants de sanidine. Dans d'autres échantillons du même gisement à grain plus gros, il y aurait en outre du feldspath triclinique, des grains arrondis d'olivine, de l'augite brun et enfin de la néphéline en hexagones et en rectangles nets, surtout en inclusions dans les feldspaths.

Cette détermination pétrographique pêche par plusieurs points. Von Lasaulx cite à tort l'olivine et la néphéline (1) qui sont absentes et méconnaît la noséane; la hornblende (extrêmement rare) est brune; c'est l'augite qui forme de longs cristaux verts; enfin il n'a pas reconnu le sphène qui ne manque jamais, et le mica noir qui apparaît accidentellement.

$$\text{Cp.} \quad \text{---} \overline{F_1 \text{ SA}_3 \text{ MP}^2 \text{ s}_3 \text{ t}_1 \text{ o}_1} \text{ P}_2 \text{ o}_1$$

Le *fer oxydulé* n'est jamais abondant en grands cristaux du premier temps; il l'est davantage en petits octaèdres de précipitation récente.

Le *sphène*, brun clair, est un des éléments les plus constants de ces phonolites inférieurs; clivages *m* très rectilignes; macle *h*¹ fréquente; faces *m* assez développées; les formes très compliquées n'amènent pas à ces sections en losanges aigus que nous avons signalées dans les dômites des Puys.

L'*amphibole* (hornblende brune ferrifère) est une rareté; elle n'apparaît avec une certaine abondance que dans le phonolite en bas du petit chemin de Pessy, au point marqué R sur le croquis, fig. 51. Elle y est entourée de larges bordures de pyroxène vert, mêlé de fer oxydulé; c'est évidemment le résultat d'une épigénie par résorption.

De même le *mica noir* ne nous est connu que dans le gisement de la rive gauche de la Dordogne, près de La Vernière.

Par contre le *pyroxène vert*, quoique peu abondant, existe dans tous les échantillons recueillis: faces reconnues *m g*¹ *h*¹; grand allongement suivant la zone du prisme; l'angle de *n*_g avec l'arête *h*¹ *g*¹ atteint 50° dans *g*¹; polychroïsme encore sensible dans les plaques minces: suivant *n*_p, *n*_m vert émeraude; suivant *n*_g jaune verdâtre. C'est donc une variété d'augite de passage aux œgyrines. Le même pyroxène constitue des *microlites* allongés, en général assez peu abondants.

(1) Le phonolite voisin de la source pétrifiante est assez riche en gros grains hexagonaux d'apatite légèrement teintée par des inclusions brun-violet.

La *noséane* est souvent très caractérisée et montre même à la loupe la couleur rouge de cire qui en décèle la décomposition; en plaque mince, on y voit (phonolite en face la source incrustante) les grilles caractéristiques suivant les axes ternaires. Le plus généralement, elle se montre en assez grandes sections hexagonales, incolores ou jaunâtres (a^1), entièrement dépourvues d'action sur la lumière polarisée parallèle ou convergente et appartenant à un minéral à formes cubiques; les sections sont indifféremment dans le magma de seconde consolidation ou en inclusions dans les feldspaths du premier temps. Les clivages qu'elles présentent ne permettent pas de la rapporter, même pour partie, à de la néphéline altérée.

Les *feldspaths* du premier temps sont déterminables; ils ne se montrent pas très aplatis sur la face g^1 et l'on trouve assez facilement des sections parallèles à g^1 . Dans toute une série, l'*orthose* est abondant; son profil est alors souvent dentelé (comme pour les microlites des dômites) suivant les faces p et $a^{1/2}$; la macle de Carlsbad est fréquente; enfin la périphérie des cristaux se compose d'une zone d'accroissement assez épaisse dont l'angle d'extinction va jusqu'à $+ 8^\circ$, tandis que le cœur oscille autour de $+ 4^\circ$. Il n'y a cependant aucun indice de macle triclinique dans la zone de symétrie et, s'il y a production d'anorthose, elle ne se trahit pas par la macle de l'albite.

Dans une autre série, le feldspath triclinique est abondant; dans la zone de symétrie, on observe un angle maximum double de 56° entre les deux séries de lamelles hémitropes; dans les faces g^1 , l'extinction oscille entre $- 10^\circ$ au centre et 0° à la périphérie des cristaux; il y a même des cas, malheureusement trop peu nombreux pour être hors de doute, où les feldspaths tricliniques s'infléchissent plus franchement encore vers l'albite et vont périphériquement jusqu'à des extinctions à $+ 10^\circ$. En tout cas, les grands cristaux des phonolites inférieurs sont extraordinairement zonés et parcourent, évidemment, une gamme très étendue de compositions variées.

Les *microlites de feldspath* constituent certainement les deux tiers en poids de ces roches très feldspathiques. Ils sont extrêmement longs, minces et juxtaposés parallèlement de manière à simuler des macles; mais, en réalité, chaque lamelle est séparée de sa voisine par une matière isotrope ou peu polarisante, d'épaisseur comparable, qui ne change pas d'apparence durant une rotation de la platine du microscope. L'extinction a lieu rigoureusement en long. Il est extrêmement difficile de voir les sections g^1 couchées

à plat; elles sont trop minces et se superposent en grand nombre dans l'épaisseur d'une plaque; on peut seulement pressentir que leur profil est souvent terminé par les faces p et $a^{1/2}$. De pareilles propriétés optiques ne laissent subsister un doute qu'entre l'orthose, les anorthoses et l'oligoclase-albite (1 : 3 : 10) (1).

L'absence complète de macles nettes suivant la loi de l'albite induit à penser qu'on a ici affaire à une variété de microlites d'orthose; d'ailleurs les mêmes microlites, de taille un peu plus développée, apparaissent dans les phonolites supérieurs et leurs propriétés sur g^1 ne peuvent alors se rapporter qu'à l'orthose ou aux anorthoses. On remarquera en effet que l'oligoclase 1 : 3 : 10 ne doit pas s'éteindre rigoureusement à 0° dans la zone de symétrie et que sur sa face g^1 , l'extinction doit se faire à $+ 12^\circ$ environ; ses propriétés optiques ne sont donc pas identiques à celles des orthoses.

Néanmoins l'extrême minceur des microlites des phonolites inférieurs leur est assez caractéristique et laisse subsister un certain doute sur la nature intime de leur feldspath; l'analyse en bloc ne peut supprimer ce doute à cause de la quantité de verre amorphe (plus de 14 %) que contient la roche.

La richesse en feldspaths et la nature des microlites de ces phonolites inférieurs en fait donc des roches relativement bien caractérisées et un peu différentes des phonolites supérieurs, généralement plus riches en bisilicates. Si les microlites étaient réellement tricliniques, il faudrait en faire une série de TÉPHRITES phonolitiques acides; mais, après examen prolongé, nous croyons qu'on a réellement affaire ici à des microlites d'orthose.

En tout cas, la nature des feldspaths en grands cristaux nous permet une subdivision. 1° *Phonolites à sanidine* : Carrière de Lusclade, sentier de Lusclade à Genestoux; 2° *Phonolites à sanidine et andésine* : Rive gauche de la Dordogne, près La Vernière; 3° *Phonolites surtout riches en grands cristaux d'andésine* : Route du Mont-Dore en face de la source incrustante. Petit chemin de Pessy, aux points marqués P et R, fig. 51.

Il nous reste à mentionner une sorte d'obsidienne trachytique, paraissant au point Q du même chemin, et qui semble devoir se rattacher plutôt aux rhyolites qu'aux précédents phonolites; 1^{re} consolidation: fer oxydulé rare, sphène et mica noir abondants,

(1) C'est cet oligoclase-albite qui, dans la zone perpendiculaire à g^1 , s'éteint constamment sous de très petits angles; voir le tableau, page 202, des *Minéraux des Roches*.

sanidine, oligoclase rare; 2^{me} consolidation: magma vitreux bréchiforme et fluidal, finement injecté de séricite.

CINÉRITES SUPÉRIEURES (p^o 1).

A la base, la cinérite supérieure présente volontiers un aspect bréchiforme avec fragments plus ou moins foncés de roches variées, généralement scoriacées et vitreuses.

La carrière de *la Buchette, sous Prégnoux*, comporte une variété de cette cinérite peu teintée, assez légère, se laissant tailler facilement, et durcissant à l'air. Elle est exploitée pour la construction. En plaque mince, le magma argileux, amorphe, empâte des fragments nombreux de sanidine, moins nombreux de feldspath triclinique allant jusqu'au labrador; le mica noir isolé, les fragments de quartz granitique ne sont pas rares. Quant aux roches en petits débris, elles présentent un intérêt particulier à cause de la proximité des rhyolites et des phonolites inférieurs. Il existe certainement, dans cette cinérite, des fragments de rhyolite et d'andésites acides; nous pensons y avoir reconnu un fragment de phonolite inférieur à sanidine, avec quelques grandes sections hexagonales de noséane. Enfin la même roche contient des débris de schiste micacé, à mica noir naissant, qui confirment l'existence (déjà pressentie dans la carrière du Quaire), d'un lambeau voisin de Précambrien injecté par le granite de la Bourboule.

La cinérite à blocs foncés de la base de la *Grande Cascade* (voir page 753) présente, dans un magma brunâtre amorphe, d'assez nombreux débris de sanidine, de feldspaths tricliniques variés, de hornblende brune, d'augite incolore. Les fragments de roches sont plus basiques qu'à Prégnoux; les microlites de labrador y abondent; enfin on y trouve encore quelques traces de roches granitoïdes anciennes à mica noir.

Sous le Puy Gros, au hameau des Courts, une cinérite ferrugineuse montre, dans une pâte brune amorphe, de nombreux débris de sanidine et de pyroxène; quelques fragments de basalte s'y accolent à diverses variétés de trachyte et d'obsidienne à mica noir; plus haut, nous savons déjà que la cinérite devient encore plus acide.

Nous avons étudié d'assez nombreux débris de labradorites et de basaltes provenant de la cinérite à blocs basiques entre *Fenestre et Vendeix*; ces roches, très augitiques et vitreuses, sont riches en grands cristaux de hornblende ferrugineuse peu résorbée; l'une d'elles contient même du mica noir de seconde consolidation; elles rappellent, à ce point de vue, la composition des filons profonds que

nous étudierons plus loin, au niveau actuel de la Dordogne; ce type de *labradorite très augitique*, très basique, mais pauvre en olivine, est abondant à ce niveau, en blocs comme en coulées, ainsi que nous le verrons au chapitre suivant.

Le niveau acide supérieur se manifeste dans toutes les coupes un peu complètes; il comporte généralement des fragments de ponce, de trachytes très acides, voire même d'obsidienne vitreuse. Ainsi, sous le Puy Gros, vers l'Est, les débris de trachyte imitent, jusque dans leurs détails, certaines dômes des Puys; les microlites d'orthose, de grande taille, y sont frangés comme dans la fig. 10, page 721. Nous donnons plus loin, à propos des trachytes, la description de ces types acides remarquables.

Aux Egravats, le même niveau de cinérite contient (1) des débris d'obsidienne extrêmement intéressante: dans un magma entièrement vitreux, à fissures perlitiques, on trouve des fragments de mica noir et de pyroxène vert abondants, de hornblende brune rare, de sanidine craquelée et d'andésine dont les extinctions oscillent entre 0° et — 5° sur g^1 .

Ainsi, en résumé, l'examen microscopique confirme les indications données sommairement au sujet de la nature des diverses cinérites qui se succèdent de bas en haut, au voisinage des centres volcaniques du Mont-Dore: à la cinérite rhyolitique ponceuse (à laquelle il faut peut-être rattacher les cinérites acides de Prentegarde et celles qui butent contre le granite à la Bourboule), succèdent des cinérites à blocs plus ou moins basiques, surtout riches en débris de labradorite, mais contenant encore de nombreux débris de sanidine et parfois des andésites variées. Puis en haut, et en relation avec les premières coulées de trachytes à grands cristaux, on retrouve une cinérite acide, parfois ponceuse et riche en débris de trachytes non augitiques, à mica noir.

Le type dominant des cinérites fluviales remaniées, suivant toute la périphérie du Mont-Dore, est éminemment riche en ponce; nous considérons que cet élément qui flotte aisément a été entraîné par les eaux de ruissellement à la surface, et s'est accumulé au pied du grand cône; mais nous ne pouvons nous rallier à l'idée qui consisterait à en faire un niveau correspondant à une des périodes de projection du grand volcan central; quoi qu'il en soit, voici la description pétrographique d'un échantillon prélevé dans la cinérite ponceuse au-dessus des *Farges*, au NE de Saint-Nectaire, sous le

(1) Je dois à M. Fouqué communication de cette variété remarquable d'obsidienne trachytique.

conglomérat glaciaire si caractérisé de cette région : débris de sanidine, de mica noir, d'augite vert, de trachyte à mica noir, à grands cristaux de sanidine, de ponce étirée, dans un magma argileux, incolore, sans action sur la lumière polarisée. On remarquera que les débris de trachyte à grands cristaux montrent en tout cas l'âge relativement récent de cette cinérite remaniée; on y trouve fréquemment des lits entremêlés de sables quartzeux, provenant du remaniement des arkoses tongriennes.

C'est également au niveau supérieur acide qu'il convient de rapporter la cinérite, chargée d'alunite, du *ravin de la Craie*. Le soufre natif et surtout l'alunite, bien reconnaissable au microscope, en assez grands agrégats, passablement biréfringents et à un axe optique positif, y épigénisent et y pénètrent tous les éléments, feldspath, mica noir, augite. La structure est encore bréchiforme et il y a des filonnets d'alunite qui recimentent le tout.

COULÉES INTERCALÉES DANS LA CINÉRITE SUPÉRIEURE, BASALTES (β^0),
LABRADORITES (λ^0), ANDÉSITES (α^0).

Ces diverses formations sont loin de constituer un ensemble homogène, sans doute parce que, en fait, on se trouve en présence d'un groupement un peu artificiel. Nous avons déjà vu qu'à la périphérie du Mont-Dore, il est fort difficile de distinguer certains basaltes intercalés dans la cinérite (β^0), de ceux qui apparaissent sous elle, sur les roches plus anciennes (β_1). Nous avons notamment cité un certain nombre de gisements de basaltes β^0 porphyroïdes et qui, pétrographiquement, ne se distinguent pas du type décrit à la base des coulées de la Serre.

A l'autre extrémité de la série, se trouvent quelques types d'andésites cristallines, analogues à celles de la Grande Cascade et des Egravats, dont la parenté est évidente avec les trachytes à grands cristaux τ^1 et dont le niveau est d'ailleurs très voisin.

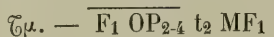
Il reste donc, comme série assez caractéristique et intermédiaire, les coulées de labradorites basiques, intercalées dans la cinérite à blocs.

Dans ce qui va suivre, nous allons surtout nous attacher à réviser la détermination pétrographique des principales coulées intercalées dans la cinérite supérieure, le long de la haute vallée de la Dordogne; au moment de la confection de la carte au $\frac{1}{80000}$ de Clermont, l'étude de cette série difficile n'a pas été poussée à fond, et nous avons commis quelques inexactitudes qui vont être rectifiées ci-dessous.

1° BASALTES ET LABRADORITES TRÈS AUGITIQUES A GRANDS CRISTAUX.

— Ces roches doivent être rapprochées des basaltes porphyroïdes β_1 et β^o de la périphérie du Mont-Dore.

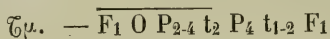
Basalte β^o de la Fougère. — Coulée inférieure dans la cinérite.



Grands cristaux abondants d'olivine, d'augite zoné vert au centre, rosé à la périphérie. Les microlites de feldspath, assez épais, par empilement de minces lamelles hémitropes, donnent dans la zone de symétrie les angles d'extinction du labrador; ils sont invisibles sur g^1 .

Il y a beaucoup de verre brun (tachylite) avec jolies arborisations rectangulaires de fer oxydulé, et en outre production de longs cristallites ayant à peine quelques millièmes de mm. d'épaisseur, bruns, très polychroïques, très biréfringents, avec extinction positive à 0° ; ces cristallites sont en forme de lamelles; ils ne peuvent se rapporter qu'à la hornblende ferrière ou au mica magnésien; ils réapparaissent avec abondance dans les basaltes ophitiques β^{1-a} , où il faut les rapporter au mica.

Basalte β^o de la Cuve de Rigolet, près Sagnove, sur la cinérite, sous le niveau des trachytes.



Grands cristaux abondants d'olivine, de pyroxène parfois encore verdâtre, très allongé suivant la zone du prisme avec extinction à 40° dans g^1 , suivant n_g . Le feldspath se trouve en cristaux du premier temps assez épais, puis en lamelles aplaties sur g^1 de grande taille, et enfin en microlites encore d'assez grande taille. Il oscille, comme nature, entre le labrador et les andésines basiques, s'éteignant à — 20° dans g^1 . L'augite microlitique est peu coloré et assez allongé. La roche contient quelques fragments d'orthose arraché au soubassement et criblé d'inclusions vitreuses secondaires. C'est un basalte franchement porphyroïde, assez analogue, comme structure, à certaines laves β^4 .

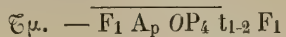
Labradorite λ^o sur la route du Mont-Dore à Latour, dans la cinérite, sous le niveau des trachytes et andésites de Rigolet.



Grands cristaux assez rares d'olivine, épigénisée en calcite sphérolitique (présentant les phénomènes d'interférence connus en lumière parallèle). Grands cristaux d'augite brun, raccourcis et agrégés entre eux. Belle bytownite (— 30° sur g^1) en cristaux

assez épais. Microlites de franc labrador et d'augite assez raccourcis. C'est en somme une labradorite très basique, de passage au basalte porphyroïde; d'après les observations de M. Boule, elle se prolonge au Sud, dans les cinérites, sous le Capucin.

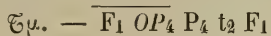
Labradorite (marquée β^0); *coulée inférieure de la Grande Cascade* dans la cinérite à blocs, sous l'andésite α^0 .



Grands cristaux très rares d'olivine transformée en calcite. Pyroxène brun abondant, groupé, riche en inclusions d'apatite. Grands cristaux de feldspath assez épais, paraissant ne pas dépasser en basicité l'andésine basique à — 20° sur g^1 . Ces grands cristaux présentent souvent des bordures s'éteignant à 0°; cependant les microlites de feldspath appartiennent également, pour la plupart, aux andésines voisines du labrador. Le profil des grands cristaux de feldspath est $p, a^1, a^{\frac{1}{2}}$. La roche de la Grande Cascade est, en somme, une labradorite porphyroïde.

2° BASALTES ET LABRADORITES EURITIQUES à peu près réduits aux produits du second temps de cristallisation.

Ces roches forment un groupe bien cantonné dans le ravin de Queureilh et à son voisinage : dyke de la cascade du Queureilh, affleurements rive droite et rive gauche, placage le long de la route du Mont-Dore au tournant, le tout dans la cinérite sous le niveau des andésites du plateau de l'Angle.



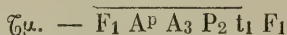
Les grands cristaux sont assez rares; l'olivine est transformée en produits ferrugineux ou en calcite; le feldspath peu abondant ne se montre qu'en fins microlites, seulement déterminables par les extinctions dans la zone de symétrie, qui se rapportent au labrador.

Le dyke de la cascade du Queureilh présente en outre quelques cristaux très résorbés de hornblende ferrière, et un peu de mica noir en inclusion dans le pyroxène; les microlites de feldspath sont plus abondants.

La roche *Vendeix*, dans le ravin de l'eau salée au sud de la Bourboule, se rattache, par sa structure, à ces roches presque dépourvues de produits du premier temps de consolidation. Elle a été marquée β^0 à tort : c'est une *andési-labradorite* λ^0 très *augitique*. Les microlites de feldspath, très nettement maclés suivant la loi de l'albite et à tranches très allongées, ne dépassent pas un maximum d'extinction (angle simple) de 20° dans la zone de symétrie; il semble

même que beaucoup d'entre eux s'éteignent à 0°. Le pyroxène brun, très abondant, est en microlites également très allongés.

3° ANDÉSITES. — L'andésite α^o de la Grande Cascade est une roche moins basique, plus feldspathique que les précédentes; elle se distingue par sa cristallinité et son apparence grenue des andésites supérieures plus poreuses, d'aspect plus lavique.

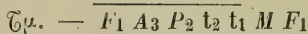


Parmi les grands cristaux de première consolidation, nous citerons d'abord une abondance de petits prismes raccourcis d'apatite, avec inclusions violettes au centre, qui ont pu être confondus avec la néphéline, tant qu'on n'a pas cherché, en abaissant le condenseur du microscope, à apprécier la réfringence approximative des minéraux; l'apatite a beaucoup plus de relief que la néphéline. La hornblende ferrière, en grands cristaux, est abondante; elle se montre en partie épigénisée par un mélange de petits microlites de pyroxène et de fer oxydulé, et toujours en outre entourée par une sorte de fourreau opaque, épais, de fer oxydulé et oligiste. Le pyroxène est en cristaux moins grands, gris verdâtres. Il y a de grands cristaux assez épais d'andésine (1 : 3 : 8) s'éteignant à 20° (angle simple) dans la zone de symétrie et à 0° dans g^1 .

Le deuxième temps est surtout feldspathique et assez peu augitique; les microlites de feldspath ressemblent à ceux des phonolites inférieurs; mais ici la macle de l'albite est incontestable; l'extinction à 0° dans la zone de symétrie correspond à la variété d'oligoclase 1 : 3 : 10 environ.

L'andésite *peu augitique* de la Grande Cascade est donc une roche relativement acide, dont les affinités sont avec les trachytes supérieurs.

Une roche très analogue paraît dans la cinérite à peu près au même niveau, *derrière le point d'émergence de la Source César au Mont-Dore*; elle a été marquée par erreur λ^o ; c'est en réalité une *andésite peu augitique, un peu micacée*.



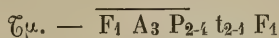
Grands cristaux rares et résorbés de hornblende, cristaux également rares de pyroxène vert; le labrador en grands cristaux épais, agrégés entre eux, rappelle certaines des inclusions étudiées par M. Lacroix.

Dans le second temps, on doit ranger des microlites rares et très allongés de pyroxène vert, quelques lamelles de mica noir, enfin de

nombreux microlites feuilletés de feldspath, rappelant ceux des téphrites acides et des phonolites. Sur leurs tranches, ces microlites s'éteignent à 0° (zone de symétrie); dans plusieurs cas, nous avons pu nettement y constater l'existence de la macle de l'albite.

La grande taille de ces microlites permet de les voir parallèlement à g^1 ; leur profil un peu frangé rappelle celui de certains orthoses, dentelés suivant p , $a^{1/2}$. L'extinction a lieu en moyenne à + 8° et nous pensons que leur attribution à l'oligoclase 1 : 3 : 40 peut être acceptée comme très probable.

Un des filons minces de roche noire qui traversent la cinérite à blocs de la *Grande Cascade* et même le banc inférieur de labradorite, peut être rapproché des deux précédentes andésites; sa formule est la suivante :



La hornblende brune, très allongée et très maclée suivant h^1 , est abondante; le pyroxène est vert à l'intérieur, rosé à la périphérie. Les microlites de feldspath de tailles variées donnent sur g^1 , suivant leur taille, des extinctions variant de — 20° à 0°; c'est donc une *andési-labradorite à hornblende*.

La coulée interstratifiée dans les cinérites, à la partie supérieure du ravin des *Egravats*, est tout à fait analogue à l'andésite de la Grande Cascade. L'analogie se poursuit jusque dans les détails de décomposition et de résorption de la hornblende, entourée d'un feutrage de fer oxydulé; c'est une andésite augitique à hornblende et pyroxène. Nous n'avons pu y découvrir la néphéline qu'y signale Von Lasaulx, non plus que la noséane (1). Voici l'analyse qu'en donne V. Bonhorst.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Densité
51,41	18,99	9,45	2,10	6,29	2,70	6,38	2,78	2,67

TRACHYTES ET ANDÉSITES ACIDES (τ^1 , α^1) A GRANDS CRISTAUX DE SANIDINE

Avec les trachytes et andésites à grands cristaux de sanidine, nous abordons une famille pétrographique et géologique très caractérisée, assez facile à reconnaître à l'œil nu et en somme distincte de toutes les autres roches du Mont-Dore et des Puys. Le type moyen est représenté par des *trachy-andésites augitiques à sanidine et andésine*, à *augite vert*, *mica noir* et *hornblende brune*, souvent

(1) L'absence de néphéline dans l'andésite des *Egravats* a été constatée depuis longtemps par M. Fouqué, qui a bien voulu me communiquer ses propres échantillons de cette roche.

assez riches en *olivine*; mais il y a passage à des trachytes aussi acides que les *dômes* et tout-à-fait analogues; il y a aussi d'autre part passages insensibles aux andésites α^3 plus basiques et moins porphyroïdes.

1° VARIÉTÉS ACIDES. — TRACHYTES NON AUGITIQUES

$\mathcal{C}\mu$. — $\overline{F_1 Z Ap S M P_2 t_{1-2} a_1 o_1 F_1}$

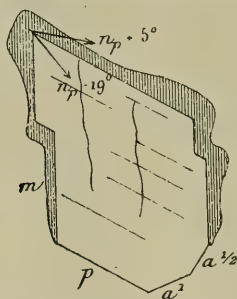
Ces roches sont très porphyroïdes; il y a une grande et brusque différence de grain entre les cristaux du premier temps et ceux du second; cette différence se perçoit aisément pour le *fer oxydulé* qui est clair-semé en gros agrégats ou en tout petits grains, épigénisant parfois la périphérie des lamelles de mica noir.

Le *zircon*, rare, est incolore; l'*apatite*, en gros grains raccourcis, est riche en inclusions foncées; elle est polychroïque, brune suivant n_g , noir-bleuâtre suivant n_p . Le *sphène* présente souvent les sections en losanges aigus $d^{1/2}$ $d^{1/2}$; il est peu coloré comme celui des *dômes*. Le *mica noir* est très foncé et parfois rendu opaque par des produits ferrugineux. On n'y voit jamais d'auréoles polychroïques, mais les lamelles maclées se touchant suivant p sont souvent distinctes; car n_g et n_m ne présentent pas les mêmes teintes. Le *pyroxène* est vert pâle ou grisâtre; c'est un augite: n_g est à environ 40° de la trace h^1 dans g^1 .

Les grands cristaux de feldspath sont très abondants; tantôt la *sanidine* y domine, et parfois, au centre des cristaux, apparaissent

Fig. 52.

Section g^1 d'andésine.



les macles à extinctions très rapprochés de l'*anorthose*. Tantôt c'est un feldspath triclinique zoné qui, sur g^1 , nous a présenté des extinctions variant de -20° à -10° ; tous nombres se rapportant à des andésines basiques, voisines du *labrador*.

Quant aux microlites, les *très petits grains de fer oxydulé* se marient à quelques rares cristaux allongés de *pyroxène* peu coloré; mais le magma est surtout composé de fines lamelles de *sanidine*, soit simples, soit maclées suivant la loi de Carlsbad et frangées sur g^1 , suivant p et $a^{1/2}$. Elles sont en général beaucoup plus fines et plus irrégulières que dans les dômites, et associées comme dans ces roches à des lamelles de tridymite.

Ce type moyen est bien représenté sur les flancs Sud et Nord du Capucin; au Sud notamment, entre le Capucin et le Pic de Cliegue, le trachyte est riche en grands cristaux d'andésite à -19° sur g^1 ; ce feldspath est zoné, mais les extinctions ne varient pas de plus de 1° à 2° du centre à la périphérie; brusquement, une petite chemise frangée extérieure donne des extinctions à $+5^\circ$; nous la croyons en orthose (Fig. 52).

Sur le flanc nord du Capucin, la variation est plus grande et oscille entre -20° et -40° dans g^1 ; ces variétés sont riches en tridymite et en enclaves de toute nature dont M. Lacroix (1) rendra compte dans un mémoire étendu. C'est dans ces enclaves que M. Des Cloizeaux, MM. Gonnard, Oebbeke et Lacroix ont trouvé ces jolis minéraux, hypersthène, cordiérite, spinelles, etc., connus du monde savant. Les unes appartiennent aux roches cristallophylliennes du soubassement, les autres à des roches intrusives de profondeur, à structures extrêmement curieuses et instructives, présentant tous les passages entre la structure très porphyrique et les structures ophitiques, voire même grenues.

Le Capucin, qui représente avec évidence un point de sortie des trachytes, offre d'ailleurs d'autres variétés que celles qui viennent d'être décrites; celles-ci constituent la plus vaste des coulées qui en sortent; mais, au sommet même du Capucin, on recueille des échantillons un peu plus basiques et contenant de l'amphibole brune; c'est à ces derniers que se rapporte l'analyse faite par Von Lasaulx :

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Densité
58,34	18,14	10,03	3,94	2,31	3,83	3,02	0,72	2,59

Les coulées supérieures du Puy de la Croix-Morand, que la route rejoint au col de Dyanne, sont du même type à microlites de sanidine très fins et mal terminés, à contours un peu irréguliers.

Avec la coulée du Puy de L'Ouire (échantillon recueilli au pont de la grande route entre Servièrre et Guéry), nous pénétrons dans le groupe des *trachy-andésites* : il y a en effet côte à côte avec les

(1) Voir à la suite de ce mémoire, p. 845.

microlites de sanidine, de fins microlites à tranches plus allongées, se groupant en faisceaux parallèles et formant par places des cristaux polysynthétiques qui s'éteignent à peu près à 0° dans la zone de symétrie : c'est donc l'oligoclase 1 : 3 : 10 qui s'associe, en seconde consolidation, à la sanidine. Dans les mêmes échantillons on voit les macles du mica noir, et une certaine abondance de grands cristaux d'andésine s'éteignant entre -19° et -8° sur g^1 ; chacun d'eux présente en outre une mince bordure s'éteignant de 0° à $+5^\circ$. Quelques variétés sont riches en longs prismes d'amphibole en partie résorbée et en gros grains d'apatite brune.

Le faite de la montagne de Bozat, et la coulée des Etables sont également en trachy-andésite et en trachyte à mica noir, sans microlite d'augite.

Il nous reste à étudier quelques variétés particulièrement acides et fort curieuses au point de vue pétrographique. Les hautes montagnes du groupe de l'Angle, entre le Puy de la Tâche et le Puy du Barbier, en présentent des exemples : ce sont des roches blanches très analogues aux *dômites* et auxquelles se rapporte sans doute l'analyse donnée par Von Lasaulx :

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Densité
63,53	17,81	3,92	1,10	2,31	5,21	4,76	1,16	2,64

Mais, où l'analogie avec les trachytes des Puys devient extraordinaire, c'est avec les fragments qu'on peut recueillir à l'Est du Puy Gros, dans la cinérite acide supérieure. La formule est la suivante :

$$\zeta\mu. \text{ — } \overline{F_1 \text{ S M P}_2 t_{1-2} \text{ O}_1}$$

Le grain est identique avec celui d'un grand nombre de *dômites* et les microlites d'orthose, assez épais, présentent les mêmes profils en dents de scie $p a^{1/2}$. Cette identité a, comme nous l'avons vu à propos des alluvions glaciaires de l'Allier (page 705), une véritable importance au point de vue stratigraphique.

Une autre variété, encore plus acide, apparaît aux abords du Puy Gros; elle est constituée par un *trachyte quartzifère*, bien différent des rhyolites que nous avons déjà étudiés, et bien digne de l'attention des pétrographes. Le mamelon marqué 1382 m. à l'Est du Puy Gros en est, en partie, composé; à l'œil la roche est identique aux variétés claires du Puy Gros, et l'analogie de gisement et d'altitude est complète. Au microscope, on voit les minéraux suivants :

$$\zeta(\mu \dots \alpha). \text{ — } \overline{F_1 \text{ Ap Z S M P}_2 a_1 \text{ O}_1 \text{ q}}$$

Petits zircons incolores; quelques rares et gros prismes d'apatite colorée; sphène rosé abondant en losanges aigus; pyroxène vert pâle rare, très-cassé; mica noir déchiqueté; sanidine abondante contenant parfois un centre d'anorthose; quelques rares cristaux de feldspath triclinique assez acide.

Magma de seconde consolidation composé de microlites raccourcis d'orthose assez épais, moulés par du quartz à fines inclusions gazeuses, à structure micro-granitique. Il s'agit donc en réalité d'un vrai *micro-granite* associé à des coulées de trachyte. L'aspect général de la roche est trop frais, et sa composition trop acide pour permettre de recourir à l'hypothèse d'actions secondaires exceptionnelles.

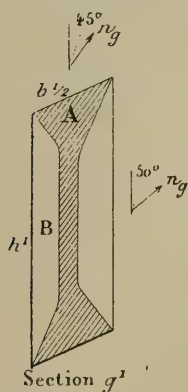
2° VARIÉTÉS MOYENNES. TRACHYTES AUGITIQUES SANS PÉRIDOT.

Cette série comprend quelques trachytes, beaucoup de trachy-andésites, enfin quelques andésites à sanidine. Le type moyen peut être représenté par la formule suivante :

$\mathcal{C}_\mu$. — $F_1 A_p M A_3 P_{2-4} t^{2-1} a_1 o_1 P_4 t_1 o_1 F_1$

Nous renvoyons pour la description de ces minéraux au paragraphe n° 1; il n'y faut ajouter que la *hornblende brune*, générale-

Fig. 53.
Pyroxène.



ment en partie résorbée, et les *microlites de pyroxène* gris-brunâtre, assez allongés suivant la zone du prisme.

Comme *trachytes*, nous pouvons citer quelques variétés venant du col de Dyanne, franchement augitiques, bien que l'attribution à l'orthose de tous les microlites, rectangulaires, raccourcis, présentant quelques indices nets des faces $p\ a^{1/2}$ dans les sections q^1 , ne

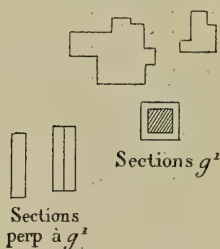
laisse guère de doute. Comme grands cristaux, ces trachytes contiennent de la sanidine et des andésines très zonées; un exemple nous a montré une section g^1 dont le centre s'éteint à -16° ; la périphérie à -2° et une mince chemise extérieure à $+8^\circ$. Il y a éclaircissement commun de l'ensemble.

Les *trachy-andésites* abondent; le plus souvent les microlites d'orthose sont plus abondants que ceux d'oligoclase. Au sommet de la cascade du Serpent, au pied du Sancy, on trouve en place une variété de trachy-andésite, assez euritique, remarquable parce que la roche contient, avec les microlites d'augite, des microlites d'amphibole brune; c'est une particularité assez commune dans les dykes et les roches intrusives; mais ici il semble qu'on ait affaire à une coulée.

Au sommet des Egravats, au col entre le Cuzeau et Cacadogne, affleure une remarquable trachy-andésite à grands cristaux: mica noir d'un brun rouge; amphibole plus jaune; pyroxène abondant avec zones d'accroissement en forme de sablier (Fig. 53): sur une face g^1 , nous avons relevé les extinctions suivantes: parties A vertes, n_g à 45° de $h^1 g^1$. Parties B brunes; n_g à 50° de la même arête. L'apatite, en gros prismes raccourcis, est riche en inclusions brunes suivant n_g , noires suivant n_p et plus denses au centre qu'à la périphérie. La sanidine, avec noyaux d'anorthose, est beaucoup plus abondante que l'andésine. Les microlites du second temps sont ici particulièrement instructifs, à cause de leur netteté; ils sont en général assez épais sur g^1 et présentent, perpendiculairement à cette face, des

Fig. 54.

Microlites d'orthose.



profils, soit simples, soit accouplés suivant la loi de Carlsbad; l'extinction est rigoureusement longitudinale; les sections g^1 sont presque carrées et centrées par rapport à n_g en lumière convergente; ce sont là les propriétés de l'orthose (Fig. 54). Mais, en outre, il y a quelques fins empilements de lamelles très minces; la macle de

l'albite y est reconnaissable : l'extinction se fait suivant la longueur, et il est tout-à-fait probable qu'on a affaire à un oligoclase 1 : 3 : 10.

Dans le ravin de Lacour, la coulée rougeâtre qui apparaît dans la cinérite sous le niveau des andésites du Pic de Cliergue, est à rapporter à une trachy-andésite très augitique à orthose et oligoclase ; il y a beaucoup de gros fragments d'apatite groupés avec des lamelles d'oligiste qui en infiltrent les cassures.

Sous les andésites à olivine de Rigolet-Bas, apparaissent plusieurs coulées de trachy-andésites, riches en grands cristaux d'orthose et d'anorthose, et montrant un peu de mica noir en petites lamelles parmi les éléments de seconde consolidation.

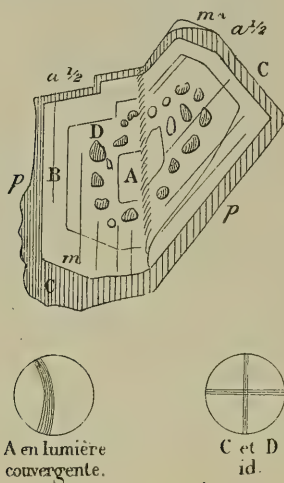
La colonnade du Puy Gros paraît principalement composée de variétés analogues assez acides : le sphène y existe, bien qu'il se montre très rare parmi les trachytes augitiques. Le mica noir présente de curieuses couronnes de résorption par épigénie : elles sont composées de fer oxydulé et de lamelles d'orthose ; on sait que celles de l'amphibole sont en général formées par du fer oxydulé et des microlites d'augite. Les grands cristaux et les microlites de sanidine sont abondants et bien caractérisés.

Les *andésites* à très grands cristaux de sanidine sont en somme assez rares ; nous citerons d'abord le pointement si curieux (voir page 766), du sommet à 760 mètres entre Verrière et Fontenille. Grands cristaux de mica noir, d'amphibole très résorbée et douteuse, de pyroxène vert, d'andésine s'éteignant à -13° sur g^1 , de sanidine peu abondante. Microlites tricliniques s'éteignant à 0° dans la zone perpendiculaire à g^1 (oligoclase) ; microlites peu abondants de pyroxène.

A la Queuille, de puissantes coulées de trachyte à grands cristaux servent d'assise aux vastes plateaux qui remontent vers la Banne d'Ordenche. L'une des plus inférieures est noire et assez basique ; elle pourrait être comparée à l'andésite α de la cascade du Mont-Dore. Mais sa liaison avec les trachytes supérieurs est tout à fait intime ; elle n'en est pas séparée par des projections de cinérite. C'est une andésite dont les microlites sont principalement tricliniques avec extinctions à 0° dans la zone de symétrie. Grands cristaux d'amphibole brune, résorbée en partie et entourée comme à la Grande Cascade d'un fourreau de fer oxydulé très fin. Pyroxène vert et rosé. Longues apatites colorées. Parmi les grands cristaux de feldspath, le labrador domine ; il présente une particularité digne de remarque : les zones d'accroissement s'éteignent fort près les unes des autres dans g^1 ; ainsi dans l'exemple dessiné (Fig. 55) A s'éteint à -22° , B à -20° ; mais une mince et

fine bordure C s'éteint à 0° et se montre presque centrée par rapport à n_g en lumière convergente; or, c'est également le cas pour une série de facules assez larges D, formant une des zones d'accroissement médianes, à contours arrondis et en bourses comme des inclusions vitreuses, et mariées avec quelques lamelles de hornblende et de pyroxène microlitiques. Il nous paraît évident que

Fig. 55.
Section g^1 d'une andésine.



ces facules feldspathiques ont été primitivement englobées à l'état de verre par le labrador et ont postérieurement cristallisé en oligoclase, en même temps que le magma voyait s'isoler les microlites de même nature.

3° VARIÉTÉS BASIQUES. — TRACHYTES AUGITIQUES A PÉRIDOT.

La présence du périclote en grands cristaux dans les trachytes du Mont-Dore ne constitue nullement un fait accidentel : le périclote y apparaît, en effet, dans un grand nombre de gisements, et ses cristaux, généralement de grande taille, sont, en somme, fort abondants; à notre connaissance, toutes les variétés à périclote sont augitiques, c'est-à-dire riches en microlites d'augite; mais plusieurs d'entre elles présentent avec évidence un magma de seconde consolidation surtout chargé de microlites d'orthose; ce sont donc à volonté ou des trachytes à périclote, ou des basaltes orthosiques.

L'olivine est en général allongée suivant l'arête pg^1 transversa-

lement au plan des axes optiques. Les sections montrent la fréquence des faces g^1 , g^3 , p , a^1 , e^1 . Les cristaux sont, en tout ou en partie, transformés en une substance rouge brun, faiblement polychroïque, dont nous étudierons, avec plus de fruit, les propriétés optiques à propos des basaltes ophitiques qui en contiennent de plus beaux échantillons.

Parmi les *trachytes augitiques à périclase*, nous citerons en première ligne celui de la Grande Cascade du Mont-Dore, à grands cristaux de hornblende brune, de pyroxène gris, de sanidine avec anorthose, et d'andésine. Les microlites d'orthose, petits et à contours frangés, sont associés à de longs microlites de pyroxène drainant et comme condensant les petits grains de fer oxydulé; il est possible que ce pyroxène épigénise en partie des microlites de hornblende.

Sous la carrière d'andésite α^3 des Grandes Scieries, on trouve des blocs éboulés de trachyte franc, riche en sanidine et anorthose, et très chargé d'olivine.

Les grandes coulées de trachyte qui descendent du roc de Cuzeau, forment près du hameau de la Guïèze des gradins étagés, riches en olivine; dans le banc supérieur, elle a subi la dégénérescence rouge; outre les grands cristaux dont les formes sont indubitables, elle semble donner naissance à de nombreux microlites raccourcis, également rubéfiés, qui se mêlent aux microlites plus allongés de pyroxène. Le banc inférieur en trachyte noir en est dépourvu, mais contient beaucoup de grands cristaux d'olivine intacte; les grands cristaux et les microlites de sanidine sont abondants et authentiques dans les diverses coulées de la Guïèze (1).

Parmi les *trachy-andésites* augitiques à sanidine et périclase, nous citerons les éboulis du Haut-Chagourdet, diverses variétés entre la Cuve de Rigolet et le Plat-à-Barbe, enfin quelques échantillons recueillis entre la Roche Vendeix et les Etables.

Ces derniers sont intéressants parce qu'ils contiennent un mica noir à axes écartés ($-2V = 25^\circ$), dont les sections, perpendiculaires à la base, montrent nettement les nombreuses lamelles hémotropes; car on a suivant n_g un brun-rouge foncé, suivant n_m un jaune bouton d'or, et enfin suivant n_p un brun-jaunâtre pâle; ce polychroïsme exceptionnel se combine avec des cassures fréquentes suivant g^1 et h^1 ; le plan des axes paraît être parallèle à g^1 comme dans les biotites.

Nous ne connaissons d'andésite à très grands cristaux de felds-

(1) M. Fouqué m'a signalé un magnifique *basalte orthosique* à la Morangie, dans les coulées au Sud du Sancy, marquées en 71 sur la feuille de Brioude.

path et à périclote que dans la carrière de pierre à bâtir du Puy de Bessolles. Elle contient du mica noir, presque épigénisé en fer oxydulé, du pyroxène vert, et beaucoup d'olivine rubéfiée et entourée de fer oxydulé. Les grands cristaux de feldspath comprennent un peu de sanidine, beaucoup de labrador avec facules d'oligoclase comme dans le trachyte de La Queuille, décrit page 811. Ce labrador présente fréquemment la macle de la péricline, et cette macle, visible dans les sections g^1 , se montre presque rigoureusement parallèle à p ; c'est du reste le cas pour la plupart des feldspaths du Mont-Dore et de la chaîne des Puys. Ici les microlites du 2^{me} temps sont presque exclusivement composés d'oligoclase s'éteignant à 0° dans la zone de symétrie de la macle de l'albite. Cette roche se rattache plutôt aux α^0 qu'aux α^3 .

RÉSUMÉ RELATIF AUX TRACHYTES A GRANDS CRISTAUX. — L'importante venue, dont nous finissons l'étude, appelle quelques remarques purement pétrographiques : elle est très porphyroïde, c'est-à-dire qu'il y a une grande différence entre les produits du premier et du second temps ; elle contient très fréquemment des roches de profondeur arrachées en débris. Son élaboration infratellurique a dû être de longue durée, et, en effet, ses épanchements coïncident avec la fin des grandes projections qui ont marqué, au Mont-Dore, l'ère d'ouverture des principales cheminées volcaniques.

On s'explique, dès lors, que les cristaux les plus anciennement consolidés peuvent être très basiques, tandis que le magma de seconde consolidation se termine le plus souvent par la production de microlites abondants d'orthose : le bain a dû s'enrichir en silice et en alcalis durant la consolidation très prolongée du premier temps. Une autre preuve de ces modifications réside dans la nature très variée des grands cristaux de feldspath triclinique, parfois très zonés et oscillant entre le labrador et l'oligoclase.

Les sorties les plus anciennes ressemblent d'une façon frappante à la dômite des Puys ; les plus récentes passent aux andésites moins porphyroïdes et se chargent de microlites d'augite et de grands cristaux de périclote. La richesse en produits magnésiens est exceptionnelle, eu égard à l'acidité moyenne de la roche.

ANDÉSITES (α^3).

Les andésites qui succèdent aux trachytes et qui y passent par gradations insensibles, sont des roches en moyenne plus basiques, plus lourdes, plus foncées. Les cristaux du premier temps y sont de petite taille ; le magma qui les entoure, gris-noi-

râtre, celluleux, a une apparence scoriacée et lavique qui les a fait comparer à la pierre de Volvic et aux coulées quaternaires des Puys.

Les coulées d'andésites ($\alpha^3\text{-b}$), qui divergent du premier étoilement (Sancy) rappellent entièrement les roches similaires étudiées par M. Fouqué au Cantal. Dans celles qui divergent du second étoilement, de la Banne d'Ordenche à L'Angle, l'haÿne est fréquente et fort belle; ce sont des téphrites, d'ailleurs de composition analogue à celle de la série précédente ($\alpha^3\text{-a}$).

ANDÉSITES $\alpha^3\text{-b}$. — Von Lasaulx donne deux analyses de ces roches, qui constituent de vastes et puissantes coulées sur la rive droite et la rive gauche de la haute Dordogne :

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Densité
I. —	53,33	18,21	9,87	3,50	7,56	5,24	3,42	0,45	2,63
II. —	54,42	18,31	8,52	3,42	6,91	5,35	2,61	0,58	2,63

I. Andésite de la carrière des Grandes Scieries, au-dessus de Rigolet-Haut (Pierre du Mont-Dore). — II. Andésite du plateau de Durbize (coulée du roc de Cuzeau à la Grande Cascade).

Von Lasaulx y signale le pyroxène, la hornblende, le sphène qui n'existe pas; il n'a pas reconnu l'olivine qui est abondante à Durbize.

Au point de vue pétrographique, les andésites α^3 sont la suite naturelle des trachytes étudiés dans le chapitre précédent : le peu d'abondance et la petite taille des cristaux de feldspath du premier temps, le plus souvent composés d'orthose et d'anorthose, l'abondance des microlites d'oligoclase dans le second temps, la richesse de ces roches en olivine et en augite permettent de les reconnaître facilement : ce sont des *andésites très augitiques à orthose et anorthose rares, à olivine, amphibole, mica noir rare et augite abondant*.



Sur la rive gauche de la Dordogne, nous avons étudié des échantillons provenant du *Puy de Clergue*, du sommet du *Val de Lacour*, de la *Carrière des Grandes Scieries*, du sommet à l'*Est de Rigolet bas*. L'ensemble est très homogène et répond bien à la formule donnée ci-dessus. D'une façon générale, l'olivine, très abondante, est intacte ou transformée en produits ferrugineux rouge vif. La hornblende est résorbée et épigénisée en fer oxydulé. Le mica noir, peu abondant, se groupe autour des gros grains de fer oxydulé. Le pyroxène, très abondant, est parfois vert au centre, et brun rosé à la périphérie; la variété verte est plus biréfringente et l'axe n_g y est plus voisin de $h^1 g^1$ que dans la variété brune. L'orthose, associé à l'anor-

those très net, se présente en débris très cassés d'assez petite taille; au moyen des images en lumière convergente, on peut vérifier que les angles d'extinction de l'anorthose sont extraordinairement voisins de ceux de l'orthose dans les sections principales, et cependant les macles de l'albite et de la péricline (face d'association p), sont parfaitement nettes en plaques très minces. Les microlites feldspathiques sont plus difficiles à déterminer avec précision; dans la zone de symétrie, la macle de Carlsbad et souvent celle de l'albite sont bien visibles; l'angle simple maximum dans cette zone atteint de 10 à 15°. Sur g^1 , la recherche est pénible, mais l'angle paraît fort petit, et nous concluons à l'oligoclase, comme d'ailleurs les analyses en blocs nous y incitent, et non pas à l'albite.

Les coulées inférieures de la carrière des Grandes Scieries sont particulièrement riches en amphibole et pauvres en olivine. Les andésites du sommet au-dessus de Rigolet bas sont au contraire très riches en olivine, transformée en un minéral rouge vif, à clivage facile, que nous étudierons plus à fond à propos des basaltes ophitiques.

Les coulées d'andésites qui divergent du *roc de Cuzeau* (plateau de Durbize, etc.), répondent avec une telle exactitude aux descriptions qui précèdent, qu'il serait fastidieux d'y insister. L'olivine est très abondante et parfois extraordinairement déchiquetée par les corrosions. Certaines variétés de ces andésites contiennent de gros grains d'apatite colorée.

Nous en dirons autant des andésites qui forment le plateau de L'Angle, et dont les coulées recouvrent le trachyte à grands cristaux de la Grande Cascade. Leurs affleurements à la *Cascade du Saut-du-Loup* sont très caractéristiques : ce sont bien des basaltes andésitiques à grands cristaux de hornblende et d'orthose associé à l'anorthose; nous sommes habitués, au Mont-Dore, à ces paradoxes pétrographiques.

La petite coulée (marquée par erreur τ^1 sur la feuille au $\frac{1}{80000}$) qui est au N.-O. du sommet 1,362 près le Puy du Barbier, répond, elle aussi, à cette description et fait partie des andésites α^3 .

Il est remarquable que le labrador en grands cristaux soit une rareté dans cette série, cependant nettement plus basique que les trachytes à grands cristaux. Nous allons le voir réapparaître dans la série suivante.

TÉPHRITES α^{3-a} . — C'est dans la région où apparaissent les plus nombreux dykes de phonolites, que les andésites à hauyne ont fait leur apparition entre les trachytes à grands cristaux et les phonolites proprement dits. Nous tenons d'abord à justifier l'attribution

de cette série aux téphrites : on a primitivement réservé ce nom à des andésites riches en néphéline ; de même les phonolites ont été longtemps considérés comme des trachytes néphéliniques. Le progrès des déterminations pétrographiques, en apportant une réelle précision dans le diagnostic des minéraux microscopiques, a modifié quelques-unes des idées trop simples qui avaient été adoptées à l'origine ; de ce nombre est l'erreur qui consiste à considérer tous les phonolites comme caractérisés par la néphéline ; une partie importante de ceux du Mont-Dore n'en contient pas de cristal nettement défini. Par contre, ils sont alors riches en noséane et en haüyne.

Il n'est guère possible et il paraîtrait fâcheux de les dépouiller de leur nom de phonolite ; dès lors il a paru rationnel d'attacher plus d'importance à l'apparition des grands cristaux de haüyne dans ces familles de roches, et d'y voir l'équivalent de la néphéline dont la composition chimique est fort analogue. C'est par extension de ce principe aux andésites, que nous sommes amenés à proposer le classement des andésites à haüyne ou noséane dans les téphrites.

Cette famille a des caractères communs qui permettent de la distinguer assez aisément : la pâte est noire ou gris-foncé ; les cristaux du premier temps, d'assez petite taille, laissent percevoir à la loupe des aiguilles de hornblende, des lamelles de feldspath, des grains bleu-foncé de haüyne, ou rouge cire de noséane. Au microscope la roche se montre très augitique ; l'olivine y est beaucoup plus rare que dans les andésites du premier groupe et par contre le sphène est fréquent ; il y a des passages ménagés aux phonolites les plus basiques, bien qu'à l'œil l'aspect compacte et foncé de ces téphrites amène plutôt la confusion avec les basaltes.

Les téphrites présentent en outre une grande richesse en cristaux de labrador du premier temps, tandis que l'orthose y est rare ; c'est là une différence très originale et très tranchée avec les andésites dépourvues de haüyne. Voici, en somme, la formule qui convient à la plupart de nos téphrites (Fig. 1, Pl. XXV.) :



Le *fer oxydulé* est en gros grains isolés et en petits cristaux du deuxième temps, épigénisant en partie la hornblende, entourant parfois le pyroxène ou l'olivine et alors associé à de petites lamelles de *biotite*.

Le *fer titané* forme des couronnes opaques autour des grands cristaux de sphène.

L'*apatite* en gros prismes, assez courts, est teintée de violet et de

noir par des inclusions surtout groupées au centre ; elle est très abondante ici comme dans les andésites précédentes α^{3-b} .

Le *sphène*, sans être abondant, apparaît dans les variétés les plus basiques, et même côte à côte avec l'*olivine*. Sections $d^{1/2}$ $d^{1/2}$, cristaux généralement assez volumineux. L'*olivine* est ici une rareté ; nous ne l'avons rencontrée que dans une variété de téphrites au-dessous de la Banne d'Ordenche.

La *hornblende brune* est très-abondante, souvent en partie résorbée ; elle n'est pas aussi biréfringente que les variétés très ferrifères et se distingue facilement, à ce point de vue, du mica noir.

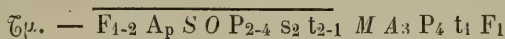
Le *pyroxène vert, gris et brun* appartient à des variétés d'augite. C'est l'élément le plus abondant parmi les cristaux du premier temps et sa consolidation s'est poursuivie durant le second temps ; toutes les téphrites sont fortement augitiques. Le pyroxène et l'amphibole sont allongés suivant la zone du prisme.

Le *labrador* est le seul feldspath abondant du premier temps ; la variété qui domine s'infléchit vers l'andésine et les angles d'extinction les plus fréquemment relevés sont : un maximum (angle double) de 50° dans la zone de symétrie et -18° dans la face g^1 . En général, les trois macles albite, péricline, Carlsbad, sont des plus fréquentes ; celle de Baveno n'est pas rare. La macle de la péricline se fait fidèlement suivant p , malgré l'extraordinaire abondance des zones d'accroissement à extinctions variées. Le cœur des cristaux reste cantonné entre le labrador et les andésines basiques -23° à -10° ; puis brusquement à la périphérie on trouve de minces bordures allant de 0° à $+8^\circ$ dans les sections g^1 . C'est qu'en effet les microlites de feldspath s'infléchissent vers l'*oligoclase*. Le plus grand nombre donne, dans la zone de symétrie, des extinctions (angle double) allant jusqu'à 30° , et les données des faces g^1 permettent d'affirmer que c'est vers l'oligoclase et non vers l'albite que varie la composition de ces derniers éléments feldspathiques consolidés. Il y a d'ailleurs d'assez nombreuses téphrites dont tous les microlites s'éteignent à 0° dans la zone de symétrie, et qui par conséquent répondent rigoureusement aux caractères du feldspath 1 : 3 : 10.

L'*hauyne* et la *noséane* sont abondantes dans toute la série, en cristaux visibles à la loupe ; nous en connaissons des inclusions dans les grands cristaux de labrador, et un exemple dans ceux de pyroxène (téphrite sous la Banne d'Ordenche) ; mais en général les cristaux sont isolés et de tailles assez variées. Ils présentent, même en lame mince, une belle coloration bleu azur ou violacée, plus souvent jaune ; les grillages caractéristiques y sont abondants, parfois d'une finesse extrême.

La structure de ces roches est franchement trachytoïde, mais le second temps est aussi très cristallin en général, bien que la structure fluidale témoigne d'un écoulement plus facile que pour les phonolites; nous avons vu que les téphrites forment des coulées étendues.

Le groupe, *sous la Banne d'Ordenche*, est particulièrement intéressant à cause de ses relations stratigraphiques avec les basaltes (voir fig. 34, page 761). Immédiatement sous le plus haut sommet et à l'Ouest des éboulis qui séparent la Banne du ravin qui prend sa source sous le sommet 1467, on trouve les basaltes superposés à des roches grises, d'apparence rugueuse et lavique. Ce sont des andésites augitiques à olivine, hornblende brune et pyroxène gris, à orthose et anorthose, du type x^{3-b} . Sous ces andésites, ou associées à leurs coulées, on recueille des téphrites également à olivine répondant à la formule suivante :



Le sphène est en petits cristaux inclus dans le pyroxène et fournit aussi quelques grands cristaux cerclés de fer titané. L'haüyne, bleue avec inclusions en forme de grille, est parfois incluse dans le labrador et même dans le pyroxène. Les microlites de hornblende sont assez rares, tandis que ceux de pyroxène abondent; quant au mica noir, il est en petites lamelles associées au fer oxydulé autour du pyroxène et de l'olivine.

À la source du ravin, à l'Est, les mêmes affleurements de téphrites se montrent sous une coulée de phonolite. Elles sont dépourvues d'olivine; mais les grands cristaux de feldspath présentent à leur centre des extinctions qui se rapportent à la bytownite.

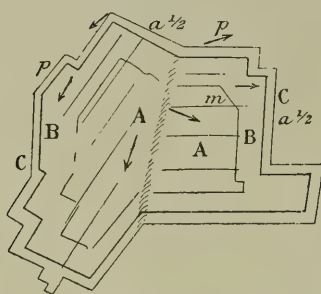
On peut rattacher au même groupe le filon (ou la coulée intrusive) qui apparaît à mi-hauteur dans le ravin de Lusclade et qui a été marqué par erreur λ^0 sur la feuille de Clermont : c'est une téphrite à sphène, hornblende peu résorbée, pyroxène vert et gris, noséane jaune; les grands cristaux de feldspath donnent dans g^1 des zones d'accroissement qui s'éteignent de -23° à -5° , du centre à la périphérie, avec fine bordure extérieure à $+3^\circ$.

Un deuxième groupe de téphrites apparaît vers le nord du même plateau, *entre le Roc Blanc et le lac de Guéry*. Elles sont, comme toujours, andésitiques (à microlites d'oligoclase) et augitiques; à sphène, hornblende brune, pyroxène vert et rose, noséane jaune, andésine allant sur g^1 jusqu'à -18° . L'apatite colorée y est abondante. Ces variétés se rapportent aux roches d'où surgissent les dykes de phonolite (Malviale) et sur lesquelles s'est épanché le

phonolite du Roc Blanc ; elles s'étendent, au Sud, jusqu'au pied de la corniche que forme la coulée du point 1349 ; cette coulée, marquée α^a-b sur la feuille de Clermont, appartient à une andési-labradorite basique de passage au basalte.

Du col entre le Puy de l'Ouire et l'Aiguiller de Guéry part une coulée de téphrite qui correspond probablement à celle qu'on voit apparaître sur la route du Mont-Dore à la croisée du chemin d'Orcival. La seule particularité digne de remarque est que le sphène fait ici entièrement défaut ; l'haüyne est d'un bleu foncé dans certaines variétés du col ; nous y avons relevé le profil ci-contre de labrador

Fig. 56.



Section g^1 de feldspath triclinique.

A.....	extinction à	— 23°
B	—	— 12°
C	—	+ 8°

avec zones d'accroissement en andésine et chemise extérieure en oligoclase.

L'éclairement commun parfaitement net de l'ensemble montre avec évidence qu'il n'y a que deux corps composants en présence, probablement l'albite et l'anorthite, dans chacune des parties qui composent cet assemblage suivant la macle de Carlsbad.

On peut distinguer au Mont-Dore un quatrième groupe de téphrites, distinct des précédents, et comprenant les affleurements de Mareuge, de Font-Marcel et des environs du Puy d'Alou.

Dans la roche de Mareuge, qui correspond très exactement à la description générale donnée page 817, il ne convient de signaler particulièrement que la belle couleur bleue de l'haüyne, l'existence de quelques grands cristaux d'orthose côte à côte avec le labrador, enfin, la présence d'un verre palagonitique rouge jaunâtre, chargé de petits sphérolites très biréfringents, positifs, et donnant en

lumière parallèle les anneaux et les croix que montre le calcite, lorsqu'on soulève ou lorsqu'on abaisse légèrement l'objectif.

La téphrite de Font-Marcel est plus basique; le pyroxène brun englobe quelques grands cristaux de labrador; il y a donc tendance à la structure ophitique. La hornblende est très résorbée. Les microlites s'éteignent jusqu'à 30° (angle double) dans la zone de symétrie; ils se montrent donc probablement intermédiaires entre l'oligoclase et l'andésine.

Il nous reste à signaler un gisement de téphrite andésitique, en pleine Limagne, au voisinage des phonolites de la Chaux-Montgros: il existe au N.-E de Sallèdes, immédiatement au-dessus du hameau de Baraque-Haute, un sommet en brèche de calcaire et de pépérites, à la limite même de la région granitique; ce mamelon coté 634 mètres, sur la carte d'Etat-major, est percé par des filons de basalte; à son sommet, nous avons recueilli des fragments d'une roche noire que le microscope montre composée de grands cristaux de hornblende brune, d'augite et de noséane, dans un magma andésitique et augitique.

En résumé, les andésites supérieures du Mont-Dore sont toutes augitiques; elles présentent toutes de la hornblende brune et de l'augite en grands cristaux. L'étoilement central est riche en olivine et en orthose de première consolidation. L'étoilement périphérique présente au contraire une association de sphène, d'haüyne et noséane, de labrador. Quand les deux variétés d'andésites sont associées, ce qui est rare, il semble que les andésites à orthose et périclase soient supérieures aux téphrites.

PHONOLITES SUPÉRIEURES (φ^1)

Avec les phonolites supérieurs, on retrouve au Mont-Dore une formation essentiellement riche en orthose; le plus souvent, sous forme de dykes, les phonolites forment aussi des coulées épaisses, nettement superposées aux roches précédentes.

Les dykes, parfois déchaussés sur plusieurs centaines de mètres de hauteur, s'élargissent vers leur base en forme de pyramides colossales; périphériquement la roche présente parfois des colonnades très régulières dues à des fissures de retrait généralement transversales aux dykes. La Tuilière offre des exemples remarquables de cette structure en grand.

Von Lasaulx cite quelques exemples d'analyses en bloc des phonolites classiques de la Tuilière et de la Sanadoire :

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ² O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Densité
I. —	59,84	18,80	2,80	0,20	0,23	1,57	6,65	7,52	1,62	»
II. —	61,06	19,06	2,94	»	0,71	1,09	5,35	6,83	3,54	} 2,64
III. —	61,06	21,58	1,03	»	0,40	1,32	5,35	6,83	3,54	

I. Roche Sanadoire par Haughton. — II et III. Roche Tuilière par Rammelsberg. On remarquera que l'acidité relative de la Tuilière est très marquée et le serait encore davantage, si l'on faisait abstraction de l'eau de composition des roches.

La description micrographique de ces phonolites classiques par Von Lasaulx résume bien les travaux de nos devanciers à ce point de vue : c'est à M. Zirkel (1) qu'est due la détermination de la néphéline dans le phonolite de la Sanadoire; l'haüyne y a été découverte par le marquis de Laizer en 1807, ainsi que le fait remarquer à juste titre M. Gonnard. Von Lasaulx y signale, en outre, de grands cristaux de sanidine, de feldspath triclinalique, de hornblende, d'augite, de mica noir, d'olivine. Pour lui, le magma de seconde consolidation est principalement composé de feldspath et de hornblende. Dans la roche Tuilière, d'après le même auteur, la néphéline serait plus abondante, surtout en inclusions dans les grands cristaux de feldspath : elle y formerait « *des sections, le plus souvent allongées, à six faces ou rectangulaires, avec un noyau central sombre et de fines rayures concentriques parallèles aux contours.* »

Nous ne connaissons, à la Sanadoire, ni l'olivine, ni le mica noir, ni la hornblende microlitique du deuxième temps ; par contre, le sphène est abondant dans le premier temps. Quant à la néphéline, sa détermination constitue une des plus graves difficultés micrographiques de la série. A la Sanadoire, elle a été certainement déterminée à tort et confondue avec des sections de noséane.

Sa présence à la Tuilière en très petits hexagones, toujours jaunis et sans aucune action sur la lumière polarisée, est douteuse ; car ici encore, il est difficile de la distinguer des sections de noséane présentant les grillages caractéristiques.

Deux gisements seulement la présentent en abondance et avec une probabilité suffisante : c'est le phonolite du Puy Cordé et de son prolongement vers le Sud (sommet 1364 mètres) ; c'est également le piton isolé au Nord du Puy Gros. La néphéline paraît y constituer une myriade de petits prismes hexagonaux de 1,5 à 2 centièmes de millimètre de diamètre, seulement visibles aux forts grossissements, lorsqu'on a en outre le soin d'abaisser le condenseur. Les sections rectangulaires existent également, mais elles paraissent beaucoup plus

(1) Zirkel, Pogg. Ann. CXXXI, 298.

rares qu'elles ne devraient l'être. Lorsque ces petits hexagones sont englobés dans les grands cristaux de feldspath, on voit qu'ils les traversent de part en part, ce qui les distingue des lamelles de tridymite avec lesquelles on aurait pu les confondre. Leur relief relatif est suffisamment expliqué par la différence entre l'indice moyen des feldspaths acides 1,52 à 1,53 et celui de la néphéline 1,54. Ce relief est très inférieur à celui de l'apatite. La seule difficulté gît dans l'absence complète d'action sur la lumière polarisée, bien qu'ici les petits cristaux soient incolores et intacts. Ce fait, joint à la rareté des sections rectangulaires, laisse ici encore un doute entre la néphéline et la noséane, dont les formes p b^1 s'accommodent mieux avec la majorité des sections observées et avec leur isotropie absolue.

I. — Quoi qu'il en soit, l'abondance de ces petites sections de noséane ou de néphéline, réparties dans toute la roche, magma et grands cristaux, constitue un trait caractéristique pour les *phonolites de la Tuilière, du Puy Cordé et de son prolongement, du Piton au Nord du Puy Gros*; dans les descriptions qui suivent, nous donnerons à ce minéral la notation n , qui aura l'avantage de le distinguer des plus grands cristaux de haüyne et noséane, généralement colorés et souvent garnis de leurs inclusions en grillage caractéristique, suivant les axes ternaires du cube. La formule d'ensemble de ce premier groupe, composé de phonolites très acides, est la suivante :



Les cristaux du premier temps sont en général peu abondants, parfois agglomérés en ségrégations rappelant les enclaves de roches grenues. L'apatite est en assez gros grains à inclusions violettes centrales. Le sphène présente les formes des dômites, avec sections fréquentes en losanges aigus $d^{1/2}$ $d^{1/2}$. La hornblende brune, très résorbée, est périphériquement transformée en pyroxène vert et en fer oxydulé. Le pyroxène est un *augite vert* suivant n_p et n_m , *jaunâtre* suivant n_s qui est à 40° de l'arête du prisme dans la face g^1 .

La noséane est toujours légèrement colorée en jaune et comme rugueuse à sa surface; elle présente dans ses plus grands cristaux les inclusions violet foncé en grillage caractéristique; dans les cristaux de moyenne taille, les inclusions disparaissent par gradations insensibles, mais les clivages suivant b^1 sont souvent encore apparents et ne se montrent pas nécessairement parallèles aux contours hexagonaux ou rectangulaires, tandis que ceux de la néphéline décomposée m ou p sont parallèles à ces contours. La

noséane constitue des cristaux de taille essentiellement variable dans le magma, dans les grands cristaux de feldspath, parfois même, mais rarement, dans l'augite du premier temps. La consolidation de ce minéral a dû se prolonger pendant une très longue période, et il se marie, par gradations insensibles, aux petits hexagones tantôt jaunâtres, tantôt incolores, que nous rapportons avec doute à la néphéline et que nous avons décrits plus haut.

L'orthose en grands débris, parfois agrégés entre eux, domine dans les ségrégations du premier temps. Les débris de feldspath triclinique sont très rares et probablement très acides dans cette série. L'orthose est souvent frangé sur les bords, même lorsqu'il paraît brisé et corrodé; il est en effet revêtu d'une mince chemise d'accroissement périphérique datant du deuxième temps et composée de la même sanidine que les microlites; il y a parfois une légère différence d'extinction qui permet de saisir le liséré en question, mais cette différence n'atteint pas une valeur mesurable.

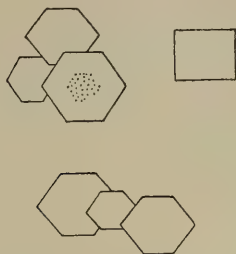
Les microlites de *pyroxène*, très allongés, très verts, paraissent de même nature que l'augite du premier temps. Les cassures transversales y sont fréquentes; en somme l'augite microlitique est très clairsemé dans ce groupe acide. Le second temps est principalement composé de microlites d'orthose associés à un magma vitreux assez abondant et aux très petits hexagones notés *n*. Les microlites d'orthose, très minces, aplatis suivant g^1 , sont orientés et comme laminés, et c'est cette orientation qui explique le feuilletage de la roche, parfois assez parfait pour en permettre l'utilisation en dalles et tuiles de grandes dimensions. Dans les plaques orientées parallèlement à cette schistosité, l'orthose se montre extraordinairement déchiqueté sur les bords, et c'est avec peine qu'on reconnaît les profils des faces dominantes p , $a^{1/2}$. Sur la tranche, au contraire, les microlites d'orthose sont extrêmement fins et minces et c'est l'empilement d'un grand nombre d'individus qui explique la polarisation assez vive des sections parallèles à g^1 ; comme ces individus ne sont pas entièrement parallèles entre eux, il y a des compensations partielles et les ombres d'extinction sont roulantes: au contraire, perpendiculairement à g^1 , les sections s'éteignent rigoureusement suivant leur longueur.

Le phonolite de la *Tuilière* contient du sphène, de la hornblende brune, de l'augite vert; la noséane vitrifiée est rare; la néphéline (?) en très petits hexagones est teintée en jaune; des taches jaunes, provenant évidemment d'un commencement de décomposition, s'étendent alentour dans le magma. Les microlites d'orthose, très feuilletés, sont d'assez grande taille.

Le phonolite *au Nord du Puy Gros* présente une composition analogue; l'orthose de première consolidation est craquelé; la noséane très chargée d'inclusions noires. Au contraire, la néphéline est en petits hexagones, parfois agrégés, incolores. Quelques-uns se chargent d'inclusions au centre; c'est le plus bel exemple de phonolite peut-être néphélinique du Mont-Dore (Fig 57).

La roche du *Puy Cordé* présente encore la même composition; ses

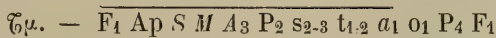
Fig. 57.



fins hexagones ressemblent fort parfois à la tridymite; cependant, lorsqu'ils sont en inclusion dans un cristal ancien d'orthose, on voit qu'ils forment comme un trou qui ne polarise pas, tandis que le reste de la plaque s'illumine : en d'autres termes, ils peuvent traverser la plaque mince et ne sont pas un simple placage de lamelles de tridymite.

Le *sommet à 1364 mètres* au Sud du Puy Cordé offre les mêmes apparences; la roche contient en outre un peu de mica noir de première consolidation qui s'associe en agrégats avec des cristaux de sanidine groupés entre eux.

II.— Aux phonolites à néphéline possible, se juxtapose le groupe qui contient seulement de la noséane ou de l'haüyne; il est, en moyenne, plus basique, plus riche en microlites d'augite, et aux grands cristaux d'orthose se joignent en général des feldspaths tricliniques appartenant aux andésines.



La *Sanadoire* est un des représentants connus de ce groupe; le sphène est en petits cristaux nombreux, généralement maclés; la hornblende brune est résorbée et rare; le pyroxène vert jaunâtre et violet, zoné, est abondant; l'haüyne et la noséane bleues et jaunes sont assez peu chargées de leurs inclusions habituelles; elles passent par gradations insensibles aux petits cristaux englobés dans les feldspaths, qui ne peuvent ici être rapportés à la néphé-

line; car les clivages et les inclusions de la noséane y apparaissent fréquemment. Les grands cristaux de feldspath sont surtout composés d'une andésine (1 : 3 : 8) s'éteignant au voisinage de 0° dans g^1 ; cependant, la sanidine, englobant un centre d'anorthose, existe en petite quantité; tous les feldspaths se sont comme nourris pendant le deuxième temps : leurs contours et même leurs vacuoles sont garnis d'une assez épaisse bordure d'orthose s'éteignant à $+5^\circ$ dans g^1 et y montrant en lumière convergente une image centrée par rapport à n_g . Avec les andésines, le contraste est net et les extinctions différentes; la sanidine, au contraire, paraît comme frangée et irrégulièrement fondue avec le magma encaissant.

Les microlites sont en majeure partie du type de ceux des phonolites inférieurs, très fins, simulant des macles de l'albite, mais en réalité empilés les uns sur les autres et seulement séparés par du magma amorphe. Vus sur g^1 , ces empilements sont extraordinairement frangés et bien différents des microlites de dômite. L'augite microlitique brun est ici abondant; n_g fait 40° avec h^1 dans g^1 .

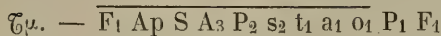
Le *prolongement de la Sanadoire* sur la route de Guéry, séparé par un ravin du dyke principal, est très analogue à la roche précédente. J'y ai découvert, en outre, un peu de mica noir, aussi résorbé que la hornblende; l'haüyne y est d'un bleu foncé; il y a de bons exemples d'andésine s'éteignant de 0° à -3° dans g^1 . Les grands cristaux forment ici des agrégats rappelant, par leur structure, les enclaves de roches granitoïdes préexistantes. Le deuxième temps est moins augitique qu'à la Sanadoire.

La coulée du *Roc Blanc* rentre également dans le groupe à noséane et andésine. Le pyroxène zoné, vert pâle au centre et brun à la périphérie, souvent maclé suivant h^1 , est extraordinairement allongé et forme des prismes parfois longs de plusieurs centimètres. Les grands cristaux de feldspath, sanidine et andésine, sont assez rares. Les microlites d'augite sont bruns; ceux d'orthose se montrent parfois groupés en grossiers éventails.

III. — Bien que les phonolites de la *Rochette* et de la *Chaux-Montgros*, près Sallèdes, n'appartiennent pas au Mont-Dore et se rattachent aux éruptions de la Limagne, il nous paraît intéressant d'en comparer le type pétrographique avec ceux que nous venons d'étudier.

A la *Rochette*, le phonolite constitue un dyke perçant les arkoses tongriennes, au voisinage immédiat du granite. C'est une roche assez vitreuse à structure fluidale, très augitique, à grands cristaux

de sphène, de hornblende basaltique, de noséane, d'orthose et d'andésine.



Le sphène en petits cristaux abondants, la hornblende brune extrêmement biréfringente, l'apatite colorée, l'augite vert de première consolidation rentrent dans les définitions habituelles et ne nécessitent pas une description détaillée. L'orthose est accompagné d'anorthose; l'andésine est revêtue comme toujours d'une mince chemise d'orthose. La noséane, très commune, est cerclée d'une bordure opaque et présente un réseau de fines inclusions assez mal rangées, d'un violet d'encre. Le trait le plus caractéristique de la roche est l'apparition de l'œgyrine de seconde consolidation sous forme de microlites et d'écailles vertes : n_g y est à 70° environ de $h^1 g^1$ dans g^1 ; suivant n_p teinte vert émeraude, suivant n_g jaunâtre.

A la *Chaux-Montgros*, le phonolite forme une épaisse coulée sur le bord du bassin tongrien et aquitainien; à Lignol, on le voit recouvert par un basalte des plateaux qui l'a rubéfié au contact; c'est un des plus beaux exemples de l'antériorité du phonolite à certains basaltes, et de l'âge très récent de la grande majorité des basaltes de la Limagne par rapport au bassin tongrien et aquitainien qui les supporte. Le phonolite repose à Lignol sur des arkoses quartzeuses; au deuxième étang du château, on voit sous le phonolite des calcaires siliceux à silex noirs.

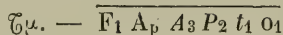
La roche est en somme analogue à celle de la Rochette et répond à la même formule. Le sphène est aussi abondant; la hornblende basaltique est curieusement résorbée et transformée en assez grands microlites d'augite vert et de fer oxydulé; elle forme de longs prismes vert-brunâtre, extrêmement polychroïques et biréfringents; à côté des cristaux de hornblende, le magma se charge d'un verre palagonitique jaunâtre.

Le pyroxène en grands cristaux est violacé et très dispersif; en microlites, il possède les propriétés de celui de la Rochette, propriétés de passage entre l'augite et l'œgyrine. Les grands cristaux de feldspath sont surtout composés de sanidine, surchargée d'inclusions vitreuses. Le magma de seconde consolidation, assez vitreux, contient des microlites d'orthose très minces et isolés les uns des autres; la structure fluidale est très marquée. Cassure cireuse; beaucoup de calcite secondaire.

En résumé, les phonolites à œgyrine de la Limagne sont plus porphyroïdes et moins cristallins que ceux du Mont-Dore. Ils constituent d'épaisses coulées, assez analogues à celles des environs du Puy.

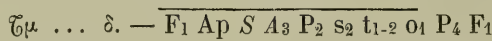
IV. — Il nous reste à mentionner deux types exceptionnels; l'un dépourvu de néphéline, de noséane, et même d'œgyrine, très acide et rentrant dans la classe des trachytes phonolitiques; l'autre, au contraire, basique, à très gros grains et remarquable par son passage à une structure de profondeur entièrement cristalline et presque grenue.

Le sommet à 1335 mètres, à l'Ouest du Puy Loup, est constitué par un trachyte phonolitique, répondant à la formule :



La roche blanche, très feuilletée, doit son apparence caractéristique aux microlites d'orthose aplatis et orientés, présentant sur leur tranche des formes cristallitiques, en hameçon, en trémies, etc.

La variété basique très cristalline est représentée par le *dyke de la Malviale* :



Sphène et hornblende brune peu abondants; pyroxène vert groupé avec le fer oxydulé. Noséane jaune brunâtre en grands et petits cristaux, inclus dans le magma et dans les feldspaths; la cristallinité et la grosseur du grain font que la noséane est bien reconnaissable, dans les plus petits individus; quelques grilles caractéristiques y apparaissent.

Le feldspath triclinique en grands cristaux est très abondant et extraordinairement zoné; les zones se répartissent, de la périphérie au centre, entre les andésines de -8° à -20° sur g^1 . Puis brusquement on perçoit une mince chemise d'orthose à $+5^{\circ}$.

Les produits du deuxième temps sont de trop grande taille pour mériter le nom de microlites: ils sont cependant bien distincts de ceux du premier temps et constitués par du pyroxène brun en prismes peu allongés et par des lamelles assez épaisses d'un feldspath complexe, présentant au centre un cœur en feldspath triclinique, avec extinction à 0° dans g^1 ; à la périphérie une bordure épaisse d'orthose avec disparition des macles de l'albite et extinction à $+5^{\circ}$ sur g^1 ; les images en lumière convergente confirment ce diagnostic. Chacun de ces gros microlites présente généralement a macle de Carlsbad.

En résumé, les phonolites supérieurs du Mont-Dore sont orthosiques, c'est-à-dire à microlites d'orthose feuilletés, aplatis et orientés. Quelques-uns d'entre eux, les plus acides, contiennent peut-être de la néphéline; mais le plus grand nombre est caractérisé par une précipitation abondante et prolongée de noséane.

Les grands cristaux d'orthose apparaissent seuls dans la série la plus acide; ils sont accompagnés d'andésine acide dans le type le plus commun; le labrador n'est abondant qu'à la Malviale. D'une façon générale, le pyroxène et la hornblende sont plus fréquents que dans les phonolites inférieurs, d'ailleurs moins feuilletés et présentant une plus grande richesse en feldspaths. Il est intéressant de constater que la plupart des phonolites supérieurs sont plus cristallins et à plus gros grain que les phonolites inférieurs.

BASALTES OPHITIQUES (β^1 -a)

Les basaltes à structure mi-partie ophitique, mi-partie trachytoïde, constituent une des plus belles séries pétrographiques d'Auvergne; ils n'ont pas échappé à l'attention des anciens auteurs qui les ont décrits sous des noms variés, mais n'ont pas reconnu leur véritable nature. Lecoq les appelle *trachytes pyroxéniques*, *basaltes pyroxéniques* et les compare aux mélaphyres du Tyrol. Von Lasaulx les étudie sous le nom de *porphyre augitique*. Voici deux analyses en bloc, citées par ce savant :

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Densités
I. —	44,02	»	26,11	5,23	»	5,65	11,00	3,12	1,54	2,91	2,85
II. —	47,72	0,63	27,89	0,23	3,29	3,92	10,00	»	5,53	1,21	2,83

I. — *Croix-Morand* par Von Bonhorst. Minéraux reconnus par Von Lasaulx; grands cristaux d'augite vert et violacé, filets brillants de feldspath principalement triclinique, grains rares d'olivine jaune. Microlites de feldspath, d'augite; cristallites bruns dendritiques passant par toutes les gradations aux microlites d'augite.

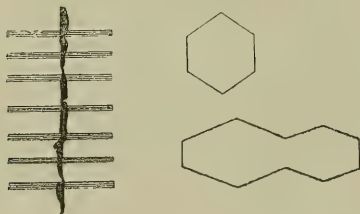
II. — *Banne d'Ordenche*, par Von Lasaulx, qui y signale de grands cristaux d'augite, de feldspath en filets fluidaux, de sphène d'un rouge vif; microlites d'augite avec dendrites moins bien formées que dans la roche précédente.

Ces analyses et ces déterminations suscitent quelques observations; elles montrent que ces roches sont plus basiques que toutes les séries étudiées jusqu'à présent; à ce titre, elles sont particulièrement intéressantes, parce que cette basicité se marie à une grande richesse relative en feldspaths. Il est absolument invraisemblable que le basalte ophitique de la Banne d'Ordenche ne contienne que de la potasse, à l'exclusion de la soude; sa richesse en labrador, en tout comparable à celle du basalte de la Croix-Morand, fait penser qu'il y a eu erreur, ou choix d'un fragment exceptionnel. Le minéral d'un rouge vif, attribué dans le basalte de la Banne d'Ordenche au sphène, se rapporte avec évidence au

péridot presque constamment épigénisé, par actions secondaires, en produits ferrugineux. D'une façon générale, le péridot est très abondant dans toute la série et légitime son attribution à la famille des basaltes.

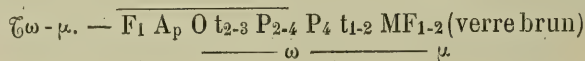
La teneur en titane est d'ailleurs justifiée par la présence d'un pyroxène violacé titanifère. Les dendrites, très analogues à celles que nous avons déjà étudiées dans le basalte β^o de Fougère (page 802), ne doivent pas être attribuées à des formes cristallitiques du pyroxène; elles ne sont pas isotropes, comme l'avance Von Lasaulx. Les unes sont composées de produits ferrugineux opaques, les autres, très abondantes, sont brunes, extrêmement polychroïques et très biréfringentes. Un examen attentif de plaques très minces montre ici, comme à Fougère, qu'on a affaire à de minces lamelles naissantes de biotite, à peine colorées lorsqu'on les voit à plat, polychroïques et biréfringentes quand elles se présentent transversalement; elles s'éteignent alors suivant la longueur, qui est positive, et sont d'un brun foncé dans le même sens. Leurs groupements en petites lamelles innombrables (Fig. 58), régulièrement espacées et parfois comme enfilées dans un cristallite opaque

Fig. 58.



transversal, en font un élément très caractéristique et curieux de certains basaltes riches en tachylite (verre brun assez foncé). Elles sont à peine visibles à plat, et il faut chercher assez longtemps les sections parfaitement hexagonales; dimensions moyennes à la Banne d'Ordénche : diamètre 3^{mm}; épaisseur 0^{mm}2; à Fougères : diamètre 3^{mm}; épaisseur 0^{mm}15. On conçoit dès lors pourquoi la moindre obliquité rend les lamelles invisibles en lumière polarisée, tandis que sur leurs tranches elles atteignent le deuxième et même le troisième ordre des couleurs de Newton.

La composition des basaltes ophitiques est très simple et très uniforme; ils répondent tous à la formule suivante (Fig. 2, Pl. XXV):



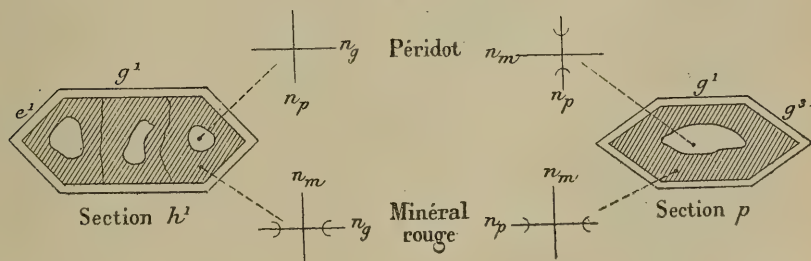
Le premier temps proprement dit ne comporte guère que la cristallisation de gros grains de fer oxydulé, d'apatite et d'assez petits cristaux d'olivine; puis vient une cristallisation évidemment intratellurique, mais bien distincte, pendant laquelle de grandes lamelles de bytownite se marient à de très grands cristaux d'augite vert et violet sous forme ophitique. Un changement brusque s'opère ensuite; il y a épanchement et la taille des produits cristallins diminue brusquement dans le rapport de 15 à 1; des micro-lites d'andésine et d'augite brun s'isolent dans un magma vitreux également brun, chargé de cristallites rectangulaires de fer oxydulé et de biotite.

Le *fer oxydulé* du premier temps est en gros octaèdres, groupés et souvent inclus dans le pyroxène.

L'*apatite*, en prismes hexagonaux assez allongés, se présente souvent aussi incluse dans le pyroxène.

L'*olivine* en cristaux globuleux, peu allongés, montre les faces $g^1 g^3 e^1 a^1 p$; elle est, le plus souvent, partiellement épigénisée en un corps d'un rouge vif dont toutes les propriétés optiques, fort différentes de celles de l'olivine, sont assez nettement déterminables. L'épigénie est parfois complète; elle respecte cependant, en général, un mince liseré périphérique et quelques grains au centre des cristaux.

Fig. 59.



Voici la correspondance des axes cristallographiques et d'élasticité optique du péridot avec ceux du minéral rouge :

AXES DU PÉRIDOT		Axes du minéral rouge
CRISTALLOGRAPHIQUES	D'ÉLASTICITÉ	D'ÉLASTICITÉ
$h^1 g^1 = c$	n_g	n_g
$pg^1 = a$	n_m	n_p
$ph^1 = b$	n_p	n_m

La bissectrice du nouveau minéral est négative (n_p); on a à peu près $(-)\ 2V = 70^\circ$.

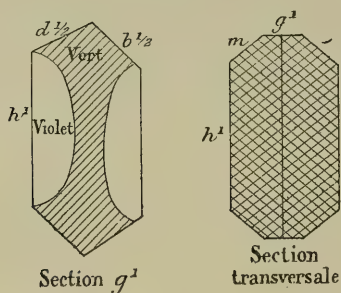
Le polychroïsme est appréciable; suivant n_g rouge moyen, suivant n_m rouge brun foncé, suivant n_p rouge jaunâtre clair.

On constate que le minéral est nettement lamelleux suivant la face h^1 du périclote. La réfringence et la biréfringence sont notables; la réfringence atteint celle du pyroxène voisin, soit environ 1,72; quant à la biréfringence, elle est difficile à apprécier à cause de la couleur intense du minéral; cependant on peut affirmer qu'elle n'est guère inférieure à celle du périclote lui-même.

Ces propriétés ne permettent pas d'identifier le minéral rouge, épigénisant l'olivine, soit à l'oligiste, soit à la gœthite.

Le pyroxène est parfois vert, parfois violacé; les deux variétés s'associent notamment au Puy de la Croix Morand (Fig. 60); elles forment alors des sections dans lesquelles la variété verte figure souvent un

Fig. 60.



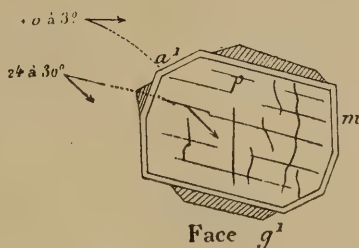
sablier entouré par la variété violette; la face h^1 est généralement très développée; la maclé ordinaire fréquente. La biréfringence du pyroxène vert dépasse légèrement celle du violacé; l'angle α (de n_g avec h^1g^1 dans l'angle obtus ph^1) y est aussi un peu supérieur; il atteint 50° , tandis que l'augite violacé s'éteint vers 45° ; ce dernier présente un polychroïsme sensible: suivant n_g brun verdâtre; suivant n_m brun rosé; suivant n_p brun violet. C'est dans ce pyroxène que sont incluses parfois de nombreuses lamelles de feldspath triclinique.

Les microlites d'augite sont plus foncés, d'un brun violet plus intense.

Les feldspaths du premier temps sont visibles à l'œil nu; ce sont eux qui prêtent à la roche un aspect caractéristique; dans une pâte noire semée de cristaux foncés d'augite, on aperçoit une multitude de tranches blanches, généralement parallèles entre elles et dessi-

nant la fluidalité du magma ; quand la surface est décomposée par les agents atmosphériques, la pâte se rubéfie, les tranches feldspathiques se kaolinisent et deviennent d'un blanc éclatant. Un examen un peu attentif à la loupe permet de reconnaître que les cristaux de feldspath, extraordinairement aplatis sur g^1 , montrent sur cette face un profil en ovale arrondi, dans lequel on présente la prédominance des faces $p, m, t, a^{1/2}, a^1$. Le plus grand axe de l'ovale coïncide avec la trace de p ; l'étude microscopique confirme d'ailleurs cette appréciation et permet d'étudier en détail ces lamelles qui paraissent alors de grande dimension : longueur moyenne $1^{\text{mm}},33$, largeur $0^{\text{mm}},90$, épaisseur $0^{\text{mm}},15$.

Fig. 61.

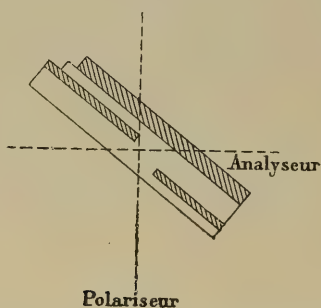


Sur g^1 , le clivage p est marqué par de fines cassures rectilignes équidistantes. Les cassures m , assez nombreuses et grossières, permettent de juger immédiatement du signe de l'extinction qui varie de -30° à -24° ; ce sont là des nombres se rapportant au labrador et à des variétés de bytownite plus voisines du labrador que de l'anorthite. Il existe quelques fines et rares cassures parallèles à a^1 ; la figure 61 rend compte du profil retourné suivant la loi de Carlsbad et qui se superpose en majeure partie au profil primitif.

Les sections transversales, perpendiculaires à g^1 et par conséquent appartenant à la zone de symétrie de la macle de l'albite, sont faciles à reconnaître à cause de la finesse des lamelles hémitropes. La moindre obliquité amène de multiples superpositions. D'ailleurs, l'éclairement commun à 0° et à 45° , l'extinction symétrique de part et d'autre de la ligne de macle, sont autant de caractères précis qui rendent les sections de cette zone faciles à reconnaître et à utiliser. Elles sont, dans l'espèce, particulièrement intéressantes. On sait qu'à 45° , on a un éclairement commun, non seulement des deux séries de lamelles hémitropes suivant les lois de l'albite et de la péricline, mais encore de leurs recouvrements, de sorte que les cristaux, présentant seulement ces deux macles, paraissent homo-

gènes et uniques. Dès lors, dans cette position à 45° des nicols, la macle de Carlsbad apparaît seule (nous faisons abstraction des autres macles qui n'existent pas ici); elle est multiple, contraire-

Fig. 62.



ment à l'habitude, et constitue parfois d'assez nombreux individus superposés et imitant les macles de l'albite. Les extinctions (angle double) des lamelles hémitrophes suivant la loi de l'albite atteignent un maximum de 70° .

Les *microlites de feldspath* ne paraissent pas beaucoup plus acides que les grandes lamelles; mais à l'inverse de ces dernières, qui sont peu zonées et ne présentent qu'une petite enveloppe périphérique extrêmement mince s'éteignant à 0° dans la face g^1 , les microlites sont zonés et, sur les faces g^1 , on voit l'extinction centrale, négative et fort grandé, rouler vers les bords, passer par 0° et atteindre quelques degrés dans le sens positif. Les sections sont malheureusement trop minces pour se prêter à un diagnostic précis; leur profil habituel est plus simple que celui des grandes lamelles et paraît se rapporter surtout à p et $a^{1/2}$.

En général, il y a un excès de *verre brun tachylitique* et, dans ce verre, apparaissent d'intéressantes formations dendritiques; les unes sont opaques brunes, ferrugineuses, et montrent des arborisations en forme de plumes à angle droit ou de 60° ; nous rapportons avec doute ces arborisations soit au *fer titané*, soit au *fer oxydulé*. Les autres, mieux caractérisées, consistent en fines lamelles parallèles de *mica noir*, que nous avons déjà précédemment décrit (page 830).

Les actions secondaires transforment l'olivine en minéral rouge, puis développent dans tout le magma de la calcite en abondance; nous avons recueilli à Murat-Le-Quaire une variété de basalte ophitique contenant de beaux sphérolites de calcite teintée de jaune; Von Lasaulx y cite une zéolite fréquente, la natrolite.

En résumé, cette série, franchement basaltique comme affinités, présente une cristallinité exceptionnelle du premier temps; les produits du second temps sont également de grande taille, bien que souvent mêlés d'un excès de verre avec productions cristallitiques. Le magma a visiblement passé par une série de conditions variées qui ont laissé, chacune, leur trace dans les produits de la cristallisation : la fin du premier temps de consolidation a été accompagnée d'une période de repos qui a favorisé la production de la structure ophitique; celle-ci fait brusquement place aux produits du second temps, microlitiques et de taille subitement très réduite; mais ici encore il faut distinguer entre le commencement de cette période d'épanchement et la fin. Les microlites, bien cristallisés et de grande taille, supposent encore des conditions favorables et prolongées de cristallisation, tandis que les arborisations dont se charge le verre de ces roches, notamment au Puy de la Croix Morand, à la Banne d'Ordenche, etc., font penser à un refroidissement brusque, à la façon des scories artificielles. Or, les basaltes ophitiques constituent des coulées fort analogues, comme gisement et agencement, aux autres coulées basaltiques, et nous n'avons aucune hypothèse vraiment satisfaisante à proposer pour expliquer la structure si caractéristique et si constante de cette série. Comme c'est la première roche franchement basique qui soit sortie, depuis l'apparition des trachytes, on conçoit que l'épuisement successif de la partie supérieure acide du réservoir ait laissé à la période infratellurique des basaltes ophitiques un large développement, pouvant avoir favorisé la production de la structure ophitique; mais le double faciès du second temps de consolidation, à la fois très cristallin et très vitreux, reste sans explication plausible.

Nous avons déjà fait remarquer la succession anormale que comportent les basaltes ophitiques, dans lesquels nous voyons la bytownite et le labrador se consolider en partie avant le bisilicate (1).

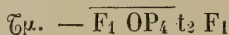
BASALTES ET LABRADORITES COMPACTES β^1 , β^{1-b} , λ^3

Avec les basaltes dits des plateaux, nous abordons une série pétrographique moins bien caractérisée, d'abord parce que les minéraux composants et leur structure présentent une certaine banalité; mais, en outre, les difficultés stratigraphiques ont conduit à un groupement un peu trop compréhensif, et pour arriver à un

(1) *Structure, classification et notation des roches éruptives*, Paris, Baudry, 1889, p. 37.

classement purement pétrographique, il aurait fallu étudier au microscope un nombre vraiment considérable de gisements.

Quoi qu'il en soit, le type *normal* est constitué par des roches moyennement feldspathiques, mais très pauvres en cristaux de première consolidation de feldspath :



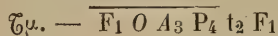
Le *fer oxydulé* est abondant en cristaux isolés. L'*olivine* est franchement du premier temps. Le *pyroxène brun* est souvent zoné, parfois en forme de sablier ; l'intérieur est plus clair et l'angle de n_g avec h^1g^1 descend jusqu'à 34° ; l'extérieur et les microlites, plus foncés, présentent un angle caractéristique dépassant 45° . Les *microlites de labrador* sont en quantité et de taille variables, mais presque toujours très aplatis et très maclés. L'angle maximum d'extinction (double) dans la zone de symétrie oscille de 50 à 65° . Quand on peut, par exception, entrevoir une section g^1 , on constate une extinction voisine de $— 20^\circ$ avec mince chemise périphérique à 0° . Dans certaines variétés, le grain s'exagère, et le basalte devient *porphyroïde* ; tel est le cas des coulées supérieures de la Serre, bien qu'elles soient à moins gros éléments que la coulée inférieure (voir la fig. 49, page 786). Dans d'autres cas, le magma devient vitreux, les lamelles feldspathiques s'allongent démesurément (Litrol, Chaux-Montgros), ou même disparaissent, et l'on passe à des basaltes voisins des limburgites (Chateaugay, Montaudou, château de Murols, Aiguillon, Merdogne).

Le type des basaltes normaux est très abondant aux alentours du Mont-Dore et constitue la majeure partie des planèzes basaltiques jusqu'à Ceyssat, au lac d'Aydat (Poudière), etc. Il est important de constater que c'est à ce type qu'appartient le petit épanchement basaltique superposé aux épanchements andésitiques, au pied du Puy de Clergue.

Le sommet même de la Banne d'Ordenche est également composé d'un basalte compacte ; cependant il y a encore quelques lamelles de feldspath incluses dans les grands cristaux de pyroxène, et le magma contient de petits agrégats de mica noir autour des grains de fer oxydulé ; il y a parenté avec les basaltes ophitiques sous-jacents, bien que la cristallinité du premier temps ait beaucoup diminué, et que celle du second temps ait augmenté.

Ainsi le basalte normal peut comporter des variétés porphyroïdes, d'autres vitreuses, et passer à des types voisins des limburgites. Il se relie d'autre part, par gradations ménagées, aux andésites supérieures, en passant par des *labradorites* λ^3 pauvres en olivine, parfois

riches en grands cristaux de labrador du premier temps. Nulle part ces roches ne sont plus développées et plus difficiles à catégoriser, qu'aux abords du lac de Guéry; le sommet 1368 à l'Ouest de l'hôtel en est composé; il répond à la formule suivante :

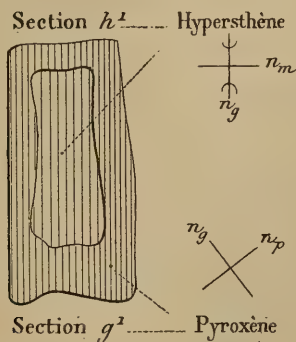


Les grands cristaux du premier temps y sont de petite taille, l'olivine peu abondante, l'amphibole entièrement résorbée. Cette labradorite se rattache aux roches scoriacées qui s'étendent jusqu'au pied du Puy Loup. Mais on peut, d'autre part, en suivre la trace jusqu'à la dépression entre le Puy Gros et la Banne d'Ordenche : le sommet 1392 en est composé, ainsi qu'une protubérance avec scories au N.-O. du sommet du Puy Gros. Ici la superposition de ces labradorites aux andésites α^3 et aux trachytes τ^1 est bien nette et leur importance nous engage à en donner une description pétrographique détaillée.

La sortie scoriacée du Puy Gros répond à peu près exactement à la description de la labradorite du sommet 1368; l'olivine est ici un peu plus abondante, l'amphibole résorbée bien nette; les microlites feldspathiques paraissent un peu plus acides : l'angle double d'extinction dans la zone de symétrie ne dépasse guère 55° .

Le sommet intermédiaire entre la Banne et le Puy-Gros (1392 mètres) est plus caractéristique; d'abord, l'olivine devient microlitique, comme dans les labradorites de la chaîne des Puys; de grands cristaux de labrador du premier temps y apparaissent, criblés d'inclusions vitreuses brunes; enfin quelques-uns des grands cristaux de pyroxène présentent un cœur en hypersthène.

Fig. 63.



Ce genre d'association est extrêmement rare au Mont-Dore, où

l'hypersthène n'est guère connu que par la découverte de M. des Cloizeaux, qui l'a signalé dans les druses du trachyte du Capucin.

La figure ci-contre représente une de ces associations ; g^1 du pyroxène correspond avec h^1 de l'hypersthène et réciproquement ; n_p de l'hypersthène coïncide avec n_m du pyroxène. Le pyroxène est brun et peu polychroïque en plaque mince ; l'hypersthène est plus pâle, suivant n_g gris, suivant n_m jaunâtre. La réfringence est la même que celle de pyroxène périphérique ; la biréfringence beaucoup plus faible.

Au Sud de Perpezat, entre cette commune et le hameau de la Graille, j'ai recueilli un autre échantillon de basalte avec hypersthène associé au pyroxène du premier temps. Ici encore, il y a de grands cristaux épais de labrador, et des microlites d'andésine très basique ; sur g^1 on constate pour les grands cristaux — 25° , pour les microlites — 20° ; tous les individus feldspathiques sont entourés d'une très mince enveloppe s'éteignant à 0° dans g^1 . Il faut donc admettre que postérieurement à la précipitation du plus grand nombre des microlites, le magma s'est assez acidifié pour laisser déposer du feldspath 1 : 3 : 8, d'ailleurs en fort petite quantité.

Cette formation de labradorites mérite une notation spéciale λ^3 , et, sur une carte à grande échelle, les contours pourraient, à la rigueur, en être distingués de ceux des α^3 et des β^1 .

BASALTES ET LABRADORITES β^2 .

Les basaltes des pentes présentent exactement les mêmes variétés que les basaltes des plateaux avec lesquels leurs affinités sont évidentes, tandis qu'ils se séparent nettement des basaltes laviques des Puys à cratères.

Le basalte normal constitue la coulée du Puy de Compéret et les abords du lac de Servièrre ; celle qui descend dans le ravin à l'Est du Puy Gros ; le piton 1256 m. à l'Est de Guéry ; les corniches basaltiques en aval de l'auberge du lac, la carrière du Barbier, le seuil de la cascade du saut de Bled.

La labradorite augitique assez vitreuse avec traces nettes d'amphibole résorbée, se montre sur la rive gauche du lac de Guéry au piton 1398 m. ; sur la rive droite du même lac et jusqu'au-dessous de l'auberge d'aval, aux Courts, à Pessy.

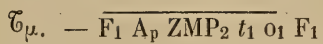
DYKES ET FILONS

Les ravins profonds du Mont-Dore se prêtent admirablement à l'étude des dykes et filons qui y abondent par places. Chemin faisant, nous en avons cité plusieurs et il nous a paru difficile, notamment pour certaines séries comme celles des phonolites, de séparer l'étude des dykes de celle des épanchements d'ailleurs très épais qui leur correspondent.

Pour les trachytes, les andésites et les basaltes la distinction est plus justifiée, non pas que la structure y présente des modifications très caractéristiques; mais certaines particularités minéralogiques, telles que la fraîcheur de l'amphibole, la présence fréquente du mica noir microlitique y révèlent l'action des vapeurs sous pression.

Pour que les modifications franches de structures interviennent, il faut un refroidissement plus lent; les enclaves, très abondantes au Mont-Dore, en donnent de beaux exemples que l'on trouvera minutieusement étudiés dans un mémoire de M. Lacroix, joint au Compte-Rendu de la réunion. Il est, en effet, extrêmement remarquable, au point de vue théorique, de constater que dans les filons du Val d'Enfer, qui ont beaucoup plus de 500 mètres de profondeur, la structure est généralement peu modifiée, à deux temps bien nets, et microlitique; il faut évidemment, même aux roches basiques, des conditions de refroidissement extrêmement lent pour les amener à la structure grenue. Des pressions supérieures à 50 atmosphères, qui suffisent pour produire quelques modifications minéralogiques, n'ont pas une action bien caractérisée sur la structure proprement dite.

TRACHYTES ET ANDÉSITES τ^A - α_1 . — Le beau dyke de Lacour est un trachyte à mica noir et pyroxène :

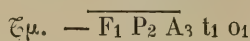


Le magma de seconde consolidation montre que les microlites d'orthose, abondants et de tailles variées, présentent sur g^1 le profil du carré $p a^{1/2}$ sans les dentelures caractéristiques des dômities.

Au Val d'Enfer, l'amphibole en grands cristaux est intacte, le sphène rare et déjà cerclé de fer oxydulé. Les variétés dominantes sont franchement microlitiques, généralement augitiques et en somme fort peu différentes de certains trachytes en coulées.

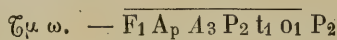
Cependant deux types spéciaux méritent une mention particulière. Un des dykes de l'entrée du Val d'Enfer est constitué par une *andésite amphibolique*, dans laquelle la hornblende, d'un rouge-

orangé caractéristique, forme de nombreux individus du premier et du second temps :



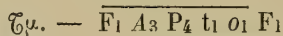
Très allongée suivant $h^1 g^1$, la hornblende présente un polychroïsme intense : suivant n_g brun orangé foncé ; suivant n_m jaune brun ; suivant n_p jaune verdâtre. La teinte est plus foncée à la périphérie des cristaux. La biréfringence atteint 0,040. Cette hornblende orangée englobe et entoure le pyroxène vert.

Un autre dyke, d'un type minéralogique moins remarquable, présente par places, dans le magma du second temps, des indices nets de *structure ophitique* :

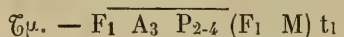


Il est riche en oligiste secondaire.

ANDÉSITES AUGITIKES α^3 . — Ici encore, le dyke du sommet des Egravats, malgré sa grande épaisseur, ne présente aucune particularité :



Il n'en est pas de même des filons d'andésite profonds dont on peut recueillir plusieurs variétés dans les ravins de Lusclade (voir page 790), et près de Fenestre. Ils répondent tous à la formule :



Le mica noir s'y présente en petites auréoles entourant chaque grain de fer oxydulé du second temps, et en microlites très fins. En outre, souvent les grands cristaux de feldspath deviennent très rares, et la roche répond à une des définitions données par M. Rosenbusch de ses Lamprophyres. En fait, ce sont donc des andésites micacées, remplissant des filons très minces.

BASALTES. — La seule caractéristique de quelques filons de basalte, généralement riches en tachylite (verre basique), est de contenir parfois de grands cristaux de hornblende et des cristallites ferrugineux souvent associés à des microlites très fins de mica noir. Encore convient-il de rappeler que les basaltes ophitiques en coulée contiennent ces mêmes productions.

Nous pouvons les signaler ici dans un filon de limburgite de Fenestre. A trois kilomètres du Mont-Dore, sur la route de la Bourboule, un dyke de basalte à grands cristaux perce la cinérite dans une direction NNE; il présente, dans ses grands cristaux de

pyroxène, quelques indices de structure ophitique et rappelle fort les basaltes β^{1-a} .

Telles sont les quelques particularités de structure et de composition minéralogique que présentent les filons profonds du Mont-Dore : passages assez rares de la structure microlitique à la structure ophitique ; conservation de la hornblende en cristaux du premier temps ; production de microlites de hornblende et de mica noir.

Dans les enclaves, plus profondément consolidées, et surtout très lentement refroidies, la structure est beaucoup plus modifiée et amène à des roches d'un type spécial, souvent inconnu dans tout autre gisement. Mais il convient d'ajouter que ces enclaves peuvent être arrachées à des roches intrusives profondes sans liaison directe avec les épanchements qui les ont apportées au jour, tandis que les filons que nous étudions ont presque tous donné naissance à une coulée du massif du Mont-Dore. On peut donc affirmer ici l'identité du magma primordial et même celle des grands cristaux du premier temps, avant les modifications subies par la perte de pression des vapeurs concomitantes. On peut aussi juger avec précision des différences du second temps sous l'influence d'une pression croissante et d'un refroidissement déjà beaucoup plus lent. Ces différences ne sont pas considérables et ne permettent pas toujours à elles seules, de juger, dans le cabinet, si telle andésite, tel trachyte, tel basalte sont de filon ou d'épanchement.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL

En résumé, le Mont-Dore et la chaîne des Puys appartiennent par leur position stratigraphique à cette COURONNE PÉRIPHÉRIQUE d'éruptions qui entourent la grande chaîne des Alpes et qui comprennent les éruptions volcaniques de l'Eiffel, de l'Hôhgau et celles de Bohême. M. Suess (1) a admirablement fait ressortir la situation de ces massifs volcaniques souvent situés sur des *Horst* au pied desquels se dessinent de vastes bassins d'effondrement.

L'étude détaillée du Mont-Dore, et de ses abords vers la rive orientale du Plateau Central, nous a permis d'ajouter quelques traits à ce croquis général : les bords du *Horst* constitué par le Plateau Central paraissent avoir cédé aux dernières pressions HORIZONTALES qui ont modelé les Alpes.

La crête granitique du Charollais est *certainement* l'axe d'un grand

(1) Das Antlitz der Erde, I, Pl. III, 358, 1885.

anticlinal dont les côtes Charollaise et Chalonnaise d'un côté, Maconnaise et du Mont-Dore Lyonnais d'autre part, sont les flancs; il est probable que les axes des montagnes d'entre Saône et Loire, d'entre Loire et Allier sont des anticlinaux à grands rayons de courbure.

LES TASSEMENTS VERTICAUX, consécutifs à ces pressions horizontales, ont eu pour effet principal d'effondrer les clefs de voûte. Ces tassements paraissent s'arrêter au pied du plateau qui supporte la chaîne des Puys et le Mont-Dore; ils ont commencé à coup sûr avant le dépôt des couches pliocènes de la région; mais ils ont continué jusqu'après le dépôt du Pliocène moyen à *Mastodon Arvernensis*.

Ainsi, tout au moins pour la bordure orientale du Plateau Central, la notion des *Horst* doit être modifiée dans le sens d'un massif solide, susceptible de résistance, ayant difficilement cédé aux pressions horizontales, mais pouvant avoir donné cependant naissance à de grands plis PÉRIODIQUES à petite courbure.

Dans la région que nous avons étudiée, cette action des pressions horizontales ne s'est pas bornée à superposer de grands plis récents aux plissements plus répétés et plus violents des systèmes carbonifères. Elle a produit, notamment dans le Beaujolais, d'extraordinaires DÉCROCHEMENTS avec rejets latéraux, en réouvrant les cassures transversales de l'ancien système de plis, minéralisées à l'époque triasique.

C'est dans un TRIANGLE déjà prédisposé aux fractures par un changement de direction notable des plis carbonifères (1), que les effondrements consécutifs au système alpin se sont rendus manifestes par des éruptions volcaniques : les plis anciens venant de la Saxe avec une direction NE se soudent à angle rentrant aux plis NO de la Bretagne. Il y a là une charnière qui a dû faciliter l'ascension du magma fondu intratellurique.

Il est extrêmement remarquable que les centres volcaniques importants du Plateau Central soient situés non seulement loin des limites actuelles de l'Océan, mais encore de celles qu'avait la MER PLIOCÈNE, contemporaine des débuts des éruptions; on sait, par les travaux de Fontannes, que les rivages les plus proches de cette mer appartenaient au fiord occupant l'emplacement actuel de la vallée du Rhône jusqu'au voisinage de Lyon.

Les lacs oligocènes eux-mêmes étaient asséchés depuis longtemps

(1) Convergence (*Mittleeuropäische Schaarung*) des plis armoricains et varisques de M. Suess.

lorsqu'ont eu lieu les débuts des projections trachytiques du Mont-Dore. C'est là une constatation assez difficile à concilier avec l'importance de ces projections et de celles qui les ont suivies.

L'Âge des principales déjections volcaniques est assez bien déterminé pour la plupart d'entre elles. S'il existe un doute sur le point de départ des éruptions basaltiques de la Limagne, on peut affirmer que l'immense majorité des coulées de basalte de cette région affaissée est postérieure au Miocène à *Melania aquitana*, et probablement au Miocène supérieur.

Quant au Mont-Dore, toutes ses éruptions paraissent contemporaines du Pliocène moyen : les tufs acides de la base contiennent une flore analogue à celle de Meximieux ; les ponces fluviales à *Mastodon Arvernensis* présentent déjà des galets de trachyte ; le Pliocène supérieur à *Elephas meridionalis* est rempli de blocs de toutes les variétés de roches du Mont-Dore.

Les produits volcaniques de la chaîne des Puys sont quaternaires ; s'il y a doute pour les dômes, ce doute n'existe plus pour les andésites encore très acides de Volvic et du Pariou, et l'activité volcanique n'a cessé qu'à l'âge du Renné.

Au point de vue de la nature des produits volcaniques, et abstraction faite de quelques coulées basiques intercalées à la base des projections acides, le début du Mont-Dore est trachytique. Il y a même localement exagération d'acidité et passage à des roches à silice libre, rhyolites et perlites de Lusclade. Le fait est digne d'être noté comme contraire aux idées théoriques émises par M. Marcel Bertrand (1), qui pense que les éruptions acides sont principalement cantonnées au centre des aires d'éruption ; M. Bertrand a du reste indiqué lui-même que les dômes acides des Hébrides, les rhyolites d'Islande et d'Abyssinie sortent également de cette aire ; ce sont là de bien nombreuses et importantes exceptions :

Aux rhyolites sont associés ici des phonolites inférieurs ; puis aux trachytes succèdent des andésites, des téphrites, des phonolites supérieurs et enfin des basaltes.

Après une période de repos assez prolongée, la chaîne des Puys débute par des projections et des éruptions acides pour finir également par des coulées de basaltes feldspathiques.

Au point de vue de l'individualité des roches, et abstraction faite des rhyolites, le groupe volcanique du Plateau Central est riche en phonolites ; il partage cette particularité avec les groupes similaires qui s'étendent jusqu'à la Bohême. Mais on peut en outre citer des

(1) *Bull. soc., géol.*, 1888. XVI, 606.

groupes riches en phonolites et en trachytes phonolitiques suivant deux autres séries divergentes; la première contourne l'Afrique et la fosse atlantique (Açores, Canaries, Iles du Cap Vert); l'autre le rebroussement des Alpes vers les Apennins, les côtes de Tunisie et d'Algérie et la Sierra Nevada d'Andalousie (Ischia, Champs Phlégréens, Monte-Ferru en Sardaigne, Pantellaria, Ile de Djafaran, Cabo di Gata). Aux gisements phonolitiques du Plateau Central on peut à la rigueur rattacher la syénite éololitique des Pyrénées; les roches similaires du Portugal sont à rapprocher de celles des Açores; la syénite éololitique d'Algérie, étudiée par M. J. Curie, se rattache à la fosse méditerranéenne.

Les gisements connus de phonolites plus éloignés n'ont qu'un intérêt pour ainsi dire statistique; ils sont en somme assez rares. On peut citer Aden (Vélain), l'Abyssinie, le Massai-Land (O. Mügge), Fernando de Noronha (Gümbel), Kerguelen (Renard).

Ainsi, pour nous restreindre aux gisements phonolitiques et éololitiques tertiaires, bien connus, ceux du Plateau Central coïncident avec des effondrements extérieurs à la chaîne des Alpes (*Vorland*); ceux de la fosse méditerranéenne vont avec un effondrement post-pontique franchement intérieur à la chaîne, au même titre que les effondrements tortoniens rhyolitiques de Hongrie, quaternaires andésitiques de la mer Egée. Enfin les phonolites du groupe des Açores coïncident avec un effondrement atlantique, probablement transversal à la chaîne des Alpes.

Il paraît donc bien difficile de chercher à édifier un système de distribution géographique sur les lignes d'affaissements correspondant aux groupes volcaniques riches en phonolites.

M. Michel Lévy présente, au nom de M. A. Lacroix, les notes suivantes:

**Sur les enclaves des trachytes du Mont-Dore
et en particulier sur leurs enclaves de roches volcaniques,**

par **M. A. Lacroix.**

Les trachytes de la vallée du Mont-Dore renferment en quantité souvent considérable des enclaves de roches étrangères emballées au milieu d'eux.

De nombreux minéraux ont été signalés dans quelques-unes d'entre elles. M. des Cloizeaux (1) a notamment étudié l'hypersthène des enclaves à cordiérite du Capucin, examiné ensuite par Vom Rath, M. Oebbeke, etc. C'est à M. Gonnard que l'on doit le plus grand nombre de documents sur ce sujet (2). Ce savant a eu le mérite de faire voir que les minéraux déjà connus au Mont-Dore ainsi que ceux qu'il y a découverts depuis, ne se trouvent pas dans le trachyte lui-même, mais dans des roches englobées par ce dernier. Mes observations personnelles viennent pleinement confirmer cette manière de voir. Les documents que j'ai recueillis dans une course que j'ai faite cet été au Mont-Dore, joints à ceux que MM. Michel Lévy et Gonnard ont libéralement mis à ma disposition, m'ont permis de constater que ces enclaves sont très variées de composition minéralogique et que, de plus, la formation des minéraux drusiques est un fait presque général dans cette région toutes les fois qu'une roche étrangère est enclavée dans le trachyte. En outre, la nature des minéraux développés dans les druses est influencée par la composition minéralogique de l'enclave elle-même.

Les points où ces enclaves sont le plus abondantes, ou tout au moins ceux où je les ai plus particulièrement étudiées, sont le rocher du Capucin et le ravin de Riveau Grand. Au milieu des blocs éboulés de la hauteur, on y voit, tranchant sur la pâte grise ou blanche du trachyte, des fragments anguleux ou arrondis des enclaves diverses dont l'étude pétrographique fait l'objet de cette note.

Un examen rapide permet immédiatement de classer ces enclaves en deux catégories. La première est formée par des roches quartz-

(1) *Manuel de Minéralogie*, II, appendice, p. XIV, 1874.

(2) *Ann. Ac. des sc. belles-lettres et arts de Lyon*, XXIV, 1879. — Minér. du Puy-de-Dôme, Paris, Savy, 1876. — *Bull. Soc. Minér.*, II, 150 (1879), IV, 43 (1881), VIII, 46 (1885).

fières gneissiques ou massives. Je les ai déjà étudiées dans un mémoire précédent (1); je serai donc fort bref dans l'exposé de leur composition minéralogique et des phénomènes métamorphiques dont elles ont été le siège.

La seconde catégorie est formée par des roches volcaniques riches, en général, en vacuoles tapissées de minéraux. Nous verrons que ces roches appartiennent ou bien à des types connus en coulées ou en filons dans la vallée du Mont-Dore, ou bien à des roches qui ne sont jamais venues au jour dans cette région. Ce sont les roches de cette seconde catégorie qui seront surtout étudiées en détail dans ce travail.

Notons en passant que la forme de ces enclaves est souvent assez caractéristique. Les fragments de gneiss sont anguleux, à arêtes vives (comme taillés au marteau). Les enclaves de roches volcaniques, au contraire, sont d'ordinaire arrondies. Il est parfois possible au Riveau Grand de les faire sauter d'un coup de marteau de la roche qui les englobe. Il n'est pas rare cependant de les voir fortement adhérentes à la roche massive.

L'examen microscopique de lames minces taillées au contact des enclaves et du trachyte donne la raison de cette différence de forme des enclaves. On verra plus loin, en effet, que l'ossature des gneiss constituée par la cordiérite n'est pas attaquée par le magma trachytique. Aussi, les fragments gneissiques arrachés aux parois de la fissure par laquelle s'est épanché le trachyte, gardent-ils leur forme. Il n'en est plus de même pour les enclaves volcaniques. On les voit en effet, s'égrenier dans le trachyte, s'y dissoudre et s'arrondir comme le ferait par exemple un fragment de glace entraîné dans un liquide aqueux.

Ce travail sera divisé en deux parties : la première (A) consacrée aux enclaves de roches anciennes quartzifères, la seconde (B) à celle des enclaves volcaniques. Nous considérerons successivement les deux gisements du Capucin et du Riveau Grand.

ROCHER DU CAPUCIN

A. — ENCLAVES DE ROCHES QUARTZIFÈRES

Lorsque j'ai rédigé mon premier mémoire sur les enclaves quartzifères, je n'avais en mains qu'une seule espèce de roche quartzifère enclavée dans le trachyte du Capucin, un *gneiss à cordiérite*. Cette année j'ai recueilli des roches beaucoup plus variées.

(1) *Bull. de la Carte géolog.*, t. II, n° 11 (1890).

- a) gneiss à cordiérite.
- b) granite.
- c) quartz (probablement de pegmatite).

Pour l'historique de la question et la bibliographie, je renvoie à mon travail précédent (1).

a) *Gneiss à cordiérite*. — En montant au Capucin (2), la Société géologique a pu voir, le long du sentier qui passe sous bois au-dessus d'un petit kiosque, des fragments anguleux de gneiss à cordiérite schisteux tranchant par leur couleur noire sur le trachyte gris clair. J'ai fait voir que ces roches appartenaient bien à des gneiss. Ils sont riches en *cordiérite*, *andalousite*, *sillimanite*, *corindon*, *grenat*, *biotite*, *orthose*, *oligoclase*, *quartz*.

La cordiérite possède un polychroïsme intense avec :

$$\begin{aligned} n_g \text{ et } n_m &= \text{bleu.} \\ n_p &= \text{incolore.} \end{aligned}$$

Les cristaux d'andalousite et de cordiérite s'entrepénètrent. Les mâcles polysynthétiques suivant *m* (110) sont fréquentes dans la cordiérite. Je n'insisterai pas davantage sur les propriétés optiques de ces minéraux. Les modifications subies par ces roches consistent surtout dans la résorption, souvent complète, du quartz, de l'orthose et d'une partie de l'oligoclase, qui constituaient primitivement la roche et dans leur remplacement par de l'orthose (sanidine) qui parfois s'oriente sur les restes corrodés du feldspath. La corrosion ne se fait pas toujours par la périphérie des cristaux. On observe dans quelques cas des facules de feldspath récent au milieu de feldspath ancien, facules rappelant le quartz de corrosion des roches granitoïdes.

Les autres éléments de la roche ne sont pas altérés, mais il s'y développe des inclusions vitreuses en même temps qu'une très grande quantité de spinelle vert et de magnétite.

Le spinelle forme parfois des octaèdres a^1 (111) absolument creux et réduits à une mince pellicule; ils offrent alors l'aspect d'une petite boîte octaédrique, dont on perçoit les détails en faisant mouvoir lentement la vis micrométrique du microscope. Le spinelle s'amasse autour des cristaux anciens et principalement autour de l'andalousite. Souvent le spinelle est placé au milieu d'une inclusion vitreuse avec ou sans bulle de gaz.

(1) *Bull. de la carte géol. détaillée de France*, t. II, n° 11, p. 48, 1890.

(2) M. Gonnard me communique qu'il a trouvé des enclaves de cette même roche dans des blocs de trachyte éboulés sur le petit sentier qui conduit à la Grande Cascade.

La magnétite s'amasse de préférence autour des cristaux de cordiérite dont elle dessine les formes, autour ou dans le grenat et la biotite.

Il se forme, en outre, un autre élément, l'hypersthène, qui est souvent très abondant, moulant tous les autres minéraux, même l'orthose récente. Cet hypersthène est très ferrique et possède une couleur et un polychroïsme parfois très intenses.

n_g = vert bouteille à vert olivine.

n_m = rouge clair.

n_p = rouge brunâtre.

L'hypersthène se développe avec abondance dans les parties de la roche riches en biotite; il entoure ce dernier minéral qui semble, par sa fusion, avoir favorisé la formation de l'hypersthène. La biotite est rarement intacte et presque toujours plus ou moins transformée en produits ferrugineux. A tous les minéraux qui viennent d'être énumérés, il y a lieu d'ajouter la tridymite, souvent abondante.

Dans beaucoup d'échantillons, tous les éléments anciens du gneiss, sauf : l'andalousite, la cordiérite, le corindon, la sillimanite et la biotite, ont disparu, et l'on ne peut expliquer la persistance de la forme de l'enclave et de la disposition relative de ses éléments anciens qu'en admettant que la résorption du quartz et du feldspath ancien s'est faite d'une façon lente au fur et à mesure que l'orthose récente recristallisait et empêchait l'enclave de se disloquer.

Cette résorption parfois complète du quartz et des feldspaths des gneiss à cordiérite explique pourquoi l'on ne trouve au Capucin que des enclaves de gneiss à cordiérite et pas de gneiss normaux. Si, en effet, le trachyte du Capucin a englobé des fragments de gneiss normaux, ces derniers ont dû être complètement résorbés puisqu'ils ne renfermaient pas de minéraux réfractaires à l'action du magma trachytique (1).

Les éléments inattaqués sont souvent disposés dans le gneiss par lits, séparés par des bandes quartzofeldspathiques résorbées; il existe des cas où le volume des minéraux de nouvelle génération n'est pas égal à celui des éléments résorbés; il en résulte des géodes dont l'ossature est formée par les éléments intacts du gneiss. Leurs parois sont recouvertes par une couche d'orthose récente. Il s'y développe alors de beaux minéraux drusiques qu'il ne faut pas

(1) On verra plus loin qu'il faut peut-être faire une exception pour quelques échantillons spéciaux que j'ai rencontrés et qui doivent peut-être être considérés comme des variétés basiques de gneiss.

confondre avec les minéraux anciens (*grenat*, *cordiérite*, *quartz*) en partie décapés qui s'observent parfois au milieu d'eux.

Minéraux drusiques. — Les minéraux des druses sont : l'hypersthène, la tridymite, la magnétite, le spinelle, l'oligiste et l'orthose.

L'hypersthène et la tridymite de ce gisement sont aujourd'hui trop connus des minéralogistes pour qu'il soit besoin d'insister beaucoup sur leurs propriétés.

Je rappellerai seulement les formes de l'hypersthène. Ses cristaux sont très allongés suivant l'axe vertical, ils sont brun verdâtre; les formes suivantes y ont été signalées (2) : m (110), g^1 (010), h^1 (100), g^3 (120), $a^{1/2}$ (201), e^2 (012), $b^{1/2}$ (111), b^1 $b^{1/3}$ $h^{1/2}$ (212), a_3 (211), b^1 $b^{1/3}$ $g^{1/2}$ (232). M. Burz (1) y a trouvé en outre récemment les formes suivantes : $c^{3/4}$ (045) et ($b^{1/3}$ $b^{1/3}$ $h^{1/2}$) (412).

Ces cristaux ne sont pas aplatis comme ceux des enclaves volcaniques. M. Gonnard a depuis longtemps signalé leur différence de couleur.

Il est intéressant de remarquer l'absence complète de pyroxène monoclinique dans les druses de ces enclaves acides, tandis que ce minéral accompagne toujours ou même remplace l'hypersthène dans les enclaves non quartzifères.

M. Gonnard m'a confié un échantillon qui renferme une substance blanche formant des palmes très délicates, monoréfringentes, constituées par de la silice. C'est probablement une forme particulière de tridymite que le peu de substance ne m'a pas permis d'étudier plus complètement.

L'orthose est rarement en cristaux suffisamment nets pour qu'il soit possible de les déterminer cristallographiquement. Dans un échantillon que je dois à l'obligeance de M. des Cloizeaux, j'ai pu isoler quelques cristaux fort nets d'environ 1^{mm}. Ils sont aplatis suivant p (001); cet aplatissement est peu habituel aux feldspaths; il a été déjà signalé par Iddings (1) dans l'orthose sodique des lithophyses des rhyolites du Yellowstone Park. Les cristaux du Capucin sont en général riches en faces : p (001), m (110), g^1 (010), h^1 (100), g^2 (130), a^1 (101), $a^{1/2}$ (201), $e^{1/2}$ (021). Les dômes et les pyramides ne forment que de très petites facettes.

Dans quelques cristaux, les faces g^2 sont très développées, h^1 et g^1 très réduites.

(2) Des Cloizeaux, *Manuel de Min.*, II, addit., XVII. — Oebbeke, *Bull. Soc. min.* VIII, 46, 1885.

(1) *Zeitschr. für Kryst.* XVII, 534, 1890.

(2) Obsidian Cliff. *Seventh Annual Report. U. S. Geol. Surv.* 1885-1886, p. 267. Washington, 1888.

Il est facile de constater en lumière polarisée soit parallèle, soit convergente, les propriétés optiques habituelles des faces *p* de l'orthose (orthose non déformée). Dans un cristal, la macle de Four-la-Brouque (Manebach) a été constatée.

Avant de quitter les gneiss à cordiélite, faisons remarquer que les roches à cordiélite semblent être abondantes dans le sous-sol du Mont-Dore. J'ai en effet recueilli des fragments de granulite à cordiélite en enclaves dans le basalte de la montée du lac de Guéry (voir plus loin).

b) Granite. — Si les considérations que j'ai émises plus haut sont exactes, les roches exclusivement quartzofeldspathiques d'un ordre quelconque ne doivent pas se trouver, au moins en quantité notable, en enclaves dans le trachyte. C'est en effet ce qui se produit : je n'ai rencontré que deux fragments de granite et un seul de quartz parmi près d'une centaine d'enclaves que j'ai pu observer pendant mon excursion au Capucin. Les affleurements de granite se rencontrant à une distance plus faible du Capucin que ceux du gneiss (voir la carte donnée par M. Michel Lévy), il y avait de bonnes raisons pour chercher la première de ces roches parmi les enclaves.

Les enclaves de granite sont arrondies comme les enclaves volcaniques qui seront décrites plus loin. L'une d'elles est constituée par de la *biotite*, de l'*oligoclase*, de l'*orthose* et du *quartz* (rare). L'orthose moule l'oligoclase. Tous les éléments blancs sont remplis d'inclusions gazeuses comme dans les roches qui ont été soumises à une très haute température après leur consolidation.

La roche est creusée de cavités produites par la corrosion de ses éléments ; dans les géodes ainsi formées se produisent de l'hypersthène de couleur claire et de l'orthose analogue à celle que nous avons vue dans les gneiss à cordiélite. De même que dans les enclaves de gneiss, l'orthose récente ne renferme pas les inclusions gazeuses signalées dans les éléments anciens.

La biotite est très altérée et elle est en partie remplacée par un mélange de magnétite et de feldspath moulé par l'hypersthène qui, en lames minces, est à peine coloré et peu polychroïque, contrastant par suite avec l'hypersthène des roches précédentes.

Les cristaux drusiques sont minces, grêles, très allongés, suivant l'axe vertical et trop petits pour pouvoir être déterminés cristallographiquement.

L'un des deux fragments de granite que j'ai recueillis avait ses éléments très brisés ; les phénomènes métamorphiques étaient du même ordre que ceux qui viennent d'être décrits.

c) Quartz. — M. Gonnard m'a remis autrefois un fragment de

quartz trouvé par lui dans le trachyte du Capucin ; j'en ai moi-même rencontré un échantillon dans les mêmes conditions ; il est *étonné*, fendillé dans tous les sens, rempli d'inclusions gazeuses (probablement anciennes inclusions liquides vidées). Dans les fissures de ce quartz se développent de belles lamelles hexagonales de tridymite. Cet échantillon avait la grosseur du poing, mais eu égard à son peu de cohésion, il ne m'a été possible d'en isoler que de petits fragments. C'est vraisemblablement un morceau de quartz de pegmatite.

B. — ENCLAVES DE ROCHES VOLCANIQUES

Les caractères macroscopiques du type dominant parmi les enclaves de cette seconde catégorie sont assez constants. Ce sont des roches grises à grain plus ou moins fin, dans lesquelles on distingue à la loupe du feldspath blanc dominant, parfois du pyroxène et des paillettes de mica. Dans certains échantillons, il existe en outre de grands cristaux porphyriques de hornblende noire, faciles à reconnaître à leurs larges clivages. Ces roches sont creusées de cavités nombreuses globulaires ou ellipsoïdales, que tapissent de nombreux minéraux qui seront étudiées plus loin. Ce sont des *andésites* (pl. I, fig. 2) passant à de véritables *diabases* (pl. I, fig. 1). L'examen microscopique montre que le type le plus commun possède la structure microlitique ; les éléments énumérés dans leur ordre de consolidation sont les suivants :

I. — Apatite, magnétite, augite (quelquefois hypersthène), hornblende, labrador.

II. — Oligoclase (andésine), augite, (hypersthène), fer oxydulé.

L'apatite, parfois très abondante, est en très grands cristaux et renferme des inclusions ferrugineuses noires bien connues dans les roches volcaniques. Elle est polychroïque avec :

n_g = brun jaunâtre ou rougeâtre

n_p = noir bleuâtre.

L'hypersthène est à peine polychroïque ; nous indiquerons plus loin ses propriétés. Le pyroxène, également presque incolore, ne présente rien de particulier. Ces deux éléments ne possèdent pas de contours géométriques. Il n'en est pas de même de l'amphibole qui constitue de grands cristaux m (110), g^1 (010), $h^{1/2}$ ($\bar{1}11$), p (001). Les cristaux allongés suivant $h^1 g^1$ (100) (010) sont un peu aplatis suivant g^1 . Dans les sections perpendiculaires à l'axe vertical, on constate l'existence d'un clivage extrêmement

facile suivant g^1 (010). Il se glisse parfois des produits ferrugineux dans les faces m (110); aussi, dans les sections appartenant à la zone p h^1 (001) (100), les clivages coupés obliquement se montrent-ils sous la forme de larges bandes noires se rencontrant sous des angles obtus ou aigus, suivant que la section est plus rapprochée de p (001) ou de h^1 (100). Ces sections sont allongées, elles présentent les traces du clivage g^1 (010); on pourrait, au premier abord, les prendre pour des sections de la zone verticale possédant des inclusions dirigées suivant une pyramide. L'étude de leurs propriétés optiques permet du reste facilement de déterminer leur orientation. Cette amphibole est extrêmement polychroïque. On observe suivant :

n_g = jaune brun verdâtre
 n_m = jaune brun
 n_p = jaune presque incolore.

Son angle d'extinction dans g^1 est de 12 à 15°.

L'amphibole est toujours résorbée à sa partie périphérique et en partie remplacée par un mélange de pyroxène et de magnétite grenus. Cette résorption est souvent complète, et alors la nature du minéral ne se reconnaît plus que par les contours de son moule. Le labrador forme de grands cristaux aplatis suivant g^1 (010). Ils sont presque toujours frangés sur les bords, la zone périphérique ayant une composition différente et devant être rapportée à l'andésine (Pl. XXVI, fig. 1). C'est ce dernier feldspath qui constitue les microlites, toujours de grande taille. Leurs bords sont également frangés et généralement constitués par un feldspath plus acide.

La roche est toujours holocristalline, mais sa structure subit de nombreuses variations. Tantôt les grands cristaux sont régulièrement distribués au milieu des microlites, tantôt, au contraire, ils deviennent rares ou même disparaissent. Les microlites feldspathiques grandissent alors, s'enchevêtrent les uns dans les autres, se groupent en étoiles ou se mâclent suivant la loi de Bavéno. Le pyroxène en même temps forme des plages plus grandes et devient même parfois franchement ophitique. La roche prend alors la structure des diabases; les feldspaths restent toujours allongés et ne deviennent jamais grenus (Pl. XXVI, fig. 1). C'est dans cette dernière variété très cristalline que l'hypersthène est le plus abondant. Il existe soit en grands cristaux, soit en plages du second temps. Les mâcles avec le pyroxène suivant la loi habituelle sont fréquentes. Cet hypersthène est à peine coloré, très peu polychroïque et diffère ainsi beaucoup de l'hypersthène drusique qui sera étudié plus loin.

Dans un échantillon offrant la structure ophitique, j'ai observé, associée aux bisilicates ophitiques, une biotite très polychroïque offrant les mâcles et les particularités qui seront décrites plus loin dans une enclave du Riveau Grand.

Des roches analogues à structure ophitique s'observent en enclaves dans les trachytes du Rigolet haut.

Pour terminer cette série, je signalerai une roche à très grands éléments ophitiques dans laquelle les feldspaths ont subi, de la part du trachyte, un commencement de corrosion. Les cristaux attaqués se sont ensuite nourris d'orthose. Une lame mince taillée au contact immédiat de l'enclave et du trachyte montre que ce dernier s'injecte dans l'enclave qui, à son tour, s'émiette dans le trachyte qui en renferme des fragments disloqués.

On voit, en résumé, que les enclaves décrites dans ce paragraphe offrent un bel exemple d'andésites holocristallines, passant à des diabases par l'intermédiaire de roches ophitiques.

La grande cristallinité de ces roches, la fréquence des groupements en étoiles de longs cristaux de feldspath, la structure ophitique et granitoïde montrent que ces roches n'ont pas coulé rapidement, qu'elles ont dû cristalliser dans le calme. Cependant la résorption constante de l'amphibole, qui dans la région ne s'observe que dans les roches d'épanchement, ne permet pas d'admettre que les roches qui nous occupent aient cristallisé entièrement en profondeur. Il semble qu'on doit les considérer comme des roches émises en coulées très épaisses, dans lesquelles le refroidissement s'est produit d'une façon très lente donnant sur les bords une structure microlitique passant à la structure ophitique et même à la structure granitoïde dans ses parties les plus épaisses.

Ces roches offrent du reste une certaine analogie de structure avec les *dolérites* (des pétrographes anglais) qui, dans le centre de l'Angleterre, présentent les caractères degisément que nous venons d'énoncer.

Un autre fait qui vient plaider en faveur de notre hypothèse et montrer que ces roches ont dû s'épancher ou tout au moins être intrusives, c'est l'existence au milieu d'elles d'enclaves de gneiss à cordiérite et des roches décrites plus loin comme kersantites ou gneiss basiques. Ces *enclaves dans enclaves* se retrouvent au Riveau Grand.

Minéraux des druses. — Nous avons vu plus haut que les vacuolés des roches de ce groupe étaient tapissées de nombreux cristaux.

M. Gonnard les a signalés déjà (1), distinguant deux variétés de roches, dont l'une renferme de grands cristaux de hornblende qui manquent dans l'autre. Au microscope, on voit que ces deux variétés ne diffèrent l'une de l'autre que par l'existence de hornblende porphyroïde dans l'une, tandis que ce même minéral est absent ou résorbé dans la seconde.

Les minéraux observés sont : le zircon, l'hypersthène et le pyroxène monoclinique verts, la fayalite, la biotite, la tridymite, l'orthose, la magnétite et l'oligiste.

Les cristaux distincts des trois premiers de ces minéraux reposent souvent sur une croûte blanche recouvrant directement le fond des géodes ; elle est constituée par des cristaux empilés, très petits, de tridymite et d'orthose.

L'hypersthène est en général très aplati suivant g^1 (010). Les cristaux très minces présentent dans la zone verticale les faces h^1 (100), m (110) et g^1 (010). Les faces de la zone b^1 $b^{1/3}$ $g^{1/2}$ (122), $b^{1/2}$ (111), g^1 (010) dominant dans le pointement, les faces de la zone pg^1 (001) (010) au contraire, sont rares ou absentes. Le polychroïsme se produit dans les mêmes teintes que pour l'hypersthène décrit plus haut, mais il est moins intense. Cela tient peut-être à ce que les cristaux que l'on peut observer sont plus minces et ont un aplatissement très grand suivant g^1 (010). Les propriétés optiques n'offrent rien de spécial, mais elles sont suffisantes pour distinguer l'hypersthène du pyroxène monoclinique de même couleur qui l'accompagne constamment et avec lequel on l'a confondu jusqu'à présent. Celui-ci en effet, comme on le verra plus loin, est aplati suivant h^1 (100) et par suite présente dans cette face une extinction parallèle à l'axe vertical comme l'hypersthène. Les teintes de polychroïsme sont à peu près les mêmes, bien que le pyroxène soit beaucoup moins polychroïque. Mais en lumière convergente, on constate que les faces g^1 (010) de l'hypersthène sont parallèles au plan des axes, tandis que la face d'aplatissement du pyroxène est oblique sur un axe optique.

Le pyroxène a en outre des formes spéciales. Les faces observées sont g^1 (010), h^1 (100), m (110), p (001), $b^{1/2}$ (111), $e^{1/2}$ (021). Leurs formes sont plus variées que celles de l'hypersthène. Ce sont tantôt des lamelles rectangulaires p , m , h^1 g^1 ; tantôt des cristaux à pointements obtus, m h^1 $b^{1/2}$, m h^1 p $e^{1/2}$, m h^1 g^1 p $e^{1/2}$ $b^{1/2}$. Les mesures goniométriques sont en général impossibles eu égard à la

(1) *Ac. des Sciences, Belles Lettres et Arts de Lyon*, XXIV, 1879. *Bull. Soc. Minér.* VIII, 310, 1885.

petitesse des cristaux, mais il est facile en mesurant au microscope les angles plans de la face h^1 (100) de calculer quelles sont les faces qui sont en bordure.

La macle h^1 (100) est fréquente; les cristaux qui la présentent n'ont plus d'extinction complète sur h^1 . L'angle d'extinction dans g^1 (010) est d'environ 45° .

Le zircon forme des aiguilles filiformes suivant l'axe vertical, et présente les faces m (110), h^1 (100), b^1 (112), a^2 (312). Il est d'un rose très pâle. Ses cristaux sont souvent creusés de cavités.

L'hypersthène et le pyroxène coexistent parfois dans la même géode, mais ils se trouvent fréquemment aussi dans des géodes distinctes.

Dans les échantillons que j'ai étudiés, le zircon se trouvait de préférence dans les géodes riches en pyroxène monoclinique.

Indépendamment des géodes globuleuses qui viennent d'être décrites, on trouve plus rarement des échantillons criblés de petites cavités que tapissent les mêmes minéraux. Ces échantillons appartiennent surtout au type granitoïde ou ophitique de ces enclaves. La roche est alors extrêmement poreuse, et l'on comprend aisément qu'elle ait absorbé au moment de son enclavement une grande quantité de fluides minéralisés qui ont agrandi ses pores et y ont laissé déposer les cristaux que l'on y observe aujourd'hui.

Dans un seul échantillon, j'ai trouvé à côté de géodes renfermant les associations minérales signalées plus haut, une grande druse renfermant : magnétite, biotite, *fayalite*, tridymite, orthose, hypersthène rare. Ces minéraux, ayant fait l'objet d'un travail spécial (1), je me contenterai de les signaler ici en rappelant que la biotite appartient au type drusique qui sera décrit dans les enclaves de Riveau Grand.

Quant à la *fayalite*, elle forme de petits cristaux aplatis jaunes, plus ou moins recouverts par de l'hématite. Ils sont aplatis suivant p (001), g^1 (010), h^1 (100), a^1 (101), $e^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ (111), et offrent toutes les particularités observées par Iddings et Penfield dans le même minéral des lithophyses des rhyolites et obsidiennes du Yellowstone-Park (2) et de Lipari (3).

Il est intéressant de trouver associés, comme dans ces deux derniers gisements, des minéraux de basicité aussi différente.

La plupart des enclaves volcaniques que l'on rencontre au

(1) *Bull. soc. minér.*, XIV, 40 (1891).

(2) Obsidian Cliff. *Yellowstone Park-Seventh Annual Report of the U. S. Geol. Survey*, 271. 1888.

(3) *American Journal of Sciences* XI 75, 1890.

Capucin appartiennent au type qui vient d'être décrit. J'en ai cependant trouvé trois autres qui semblent du reste être rares; ce sont des roches compactes et (sauf un échantillon) dépourvues de cavités et par suite de minéraux métamorphiques. Ce sont les roches suivantes :

Trachy-andésite augitique à pyroxène et hornblende. — Ce trachyte est de couleur foncée. Il se rapproche, par sa composition minéralogique, de quelques-unes des enclaves du Niveau Grand. Ses éléments constitutifs sont :

I. — Apatite, magnétite, biotite, hornblende, augite, orthose (et anorthose).

II. — Augite, oligoclase, orthose, magnétite.

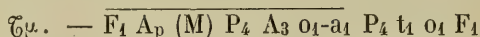
La biotite est en partie résorbée, on ne la reconnaît plus que par les lignes parallèles de magnétite jalonnant son clivage basique. La hornblende appartient à la variété brun rouge très polychroïque et très biréfringente, à faibles angles d'extinction, décrite par M. Michel Lévy dans plusieurs roches du Mont-Dore. Elle se transforme en hématite sur les bords.

Le pyroxène, primitivement vert brunâtre très clair, devient jaune d'or et légèrement polychroïque sur les bords; les microlites sont en général complètement jaunes. Cette transformation de couleur est due à des phénomènes d'oxydation postérieurs à la consolidation de la roche. On l'observe dans des roches très diverses et notamment dans des tufs leucitiques de Trébizonde et du Latium.

Le centre des cristaux de sanidine est limpide, tandis que leur bord est rempli d'inclusions et parfois de petits microlites d'augite; ce fait tend à prouver que les grands cristaux feldspathiques ont continué à se nourrir pendant la cristallisation du magma microlitique. L'anorthose s'observe en associations micropertthitiques avec l'orthose plutôt qu'en cristaux indépendants. Dans quelques cas rares, l'anorthose constitue la bordure périphérique de l'orthose.

Le magma microlitique est formé d'augite, d'oligoclase et d'orthose. Ce dernier feldspath est postérieur au premier dont il entoure parfois les microlites.

Cette roche présente une très grande analogie de composition minéralogique avec le trachyte de plusieurs coulées connues dans la région. Sa formule est :



Kersantites? ou gneiss basiques. — On trouve parfois au Capucin des enclaves formées par une roche noire, riche en biotite, qui, au

premier examen à l'œil nu, pourrait être confondue avec les gneiss à cordiérite.

L'étude microscopique fait voir que ces enclaves sont constituées par du feldspath triclinique (labrador) et de la biotite parfaitement fraîche. Le feldspath est en grandes plages granitoïdes avec mâcles de l'albite, de la péricline et de Baveno; il englobe le mica (Pl. XXVI, fig. 3). Ces deux éléments renferment une quantité considérable de spinelle vert ou de magnétite en octaèdres nets, associés parfois à du zircon en cristaux très allongés suivant l'axe vertical et à de l'hypersthène moulant la biotite et le feldspath.

Les minéraux octaédriques sont souvent entourés dans le feldspath par une zone d'un feldspath de nouvelle génération non mâclé (orthose).

Cette roche ne peut être comparée à aucune roche récente connue au Mont-Dore. L'abondance du spinelle et de l'hypersthène, qui manque complètement dans les roches volcaniques de la région, et son association à la magnétite rappellent ce que nous avons décrit dans les enclaves de gneiss à cordiérite; aussi, considérons-nous ces minéraux comme d'origine métamorphique.

J'ai déjà signalé l'existence de roches de ce genre en enclaves dans les andésites à hornblende du Puy Mary, de Dreits, de Lombrade, près Aurillac (Cantal) et dans les labradorites de la brèche andésitique de la vallée de la Cère et particulièrement dans celle de Tourcy, près Saint-Jacques des Blats (Cantal).

Dans mon premier mémoire (1), j'ai assimilé ces roches à des kersantites. Un échantillon qui a été recueilli en 1890 par M. le commandant Ply, qui a bien voulu me le confier, vient cependant jeter quelques doutes sur la légitimité de cette assimilation.

L'enclave en question a 5 centimètres de plus grande dimension; on y distingue deux lits grossièrement rubannés séparés par une zone très corrodée dont les cavités sont tapissées d'orthose en cristaux confus, de tridymite, d'hypersthène jaunâtre aplati suivant g^1 (010) et d'oligiste en très jolis cristaux p (10 $\bar{1}$ 1), a^1 (0001), souvent implantés sur l'hypersthène.

L'examen de sections minces taillées dans la partie rubannée, montre qu'elle est formée de labrador grenu, de biotite et d'augite. Elle possède donc (avec pyroxène en plus), la composition des roches décrites plus haut; on n'y voit ni spinelle ni magnétite. Les parties corrodées ont la même composition, mais les feldspaths en constituent l'élément prédominant; ils sont en partie résorbés, leur

(1) Op. cit. p. 53.

attaque se fait d'une façon régulière sur leurs bords ou dans leur masse, par formation de cavités rectangulaires remplies ensuite par de l'orthose. Ce dernier feldspath forme aussi des bordures crénelées à la plupart des cristaux. Les minéraux des druses sont contemporains de cette orthose récente. L'orthose cristallise aussi dans les cavités de résorption sous forme de longs microlites mélangés d'hypersthène et de tridymite. Par place, le magma microlitique ou trachytique envahit aussi ces cavités.

Dans les druses, on observe des fragments décapés d'augite, mais jamais ce minéral n'a été trouvé en cristaux récents.

Ce mode d'altération est identique à celui que nous avons décrit plus haut dans les gneiss à cordiérite. Aussi peut-être faut-il voir dans les roches qui nous occupent, non des roches de profondeur, mais des variétés basiques de gneiss dont les lits de composition variable ont été inégalement attaqués. L'abondance de la tridymite fait en effet penser qu'il devait y avoir du quartz dans la partie résorbée bien que l'examen microscopique ne m'ait pas permis d'en trouver de restes.

Avant de terminer cette description des enclaves du Capucin, il me reste à en signaler une dernière dont la nature est fort singulière. La roche est grise, un peu schisteuse, dépourvue de cavités. L'examen microscopique montre un peu d'apatite, de l'hypersthène et du labrador avec quelques très fines paillettes de biotite disséminées dans les deux derniers minéraux. L'hypersthène est constitué par de très longs cristaux stalactiformes, souvent formés par des cristaux plus petits, peu éloignés les uns des autres et dont l'ensemble constitue le squelette d'un grand cristal (Pl. XXVI, fig. 6). Ces formes rappellent celles qui sont fréquentes dans les amphiboles et les pyroxènes de quelques gneiss pyroxéniques. Les inclusions vitreuses à bulles de gaz sont fréquentes. C'est l'alignement de ces cristaux qui détermine la schistosité de la roche. Ils sont englobés par de grandes plages de labrador, un même cristal d'hypersthène traversant plusieurs cristaux de feldspath.

Ce labrador est criblé d'inclusions gazeuses et d'inclusions en forme de larmes d'un minéral affectant la forme du *quartz de corrosion* des roches quartzifères. Il n'est pas mâclé et il est probable qu'il doit être rapporté à de l'orthose; toutefois la faible dimension des grains ne permet pas de leur appliquer l'examen en lumière convergente, et par suite de vérifier cette détermination.

M. Michel Lévy m'a remis une roche analogue, mais dépourvue de ces inclusions. L'hypersthène y moule parfois le feldspath grenu. Elle a été trouvée en enclave dans l'andésite (α^1) de Bessole.

Quelle est l'origine de ces roches ? Leur structure rappelle tout à fait celle des gneiss à pyroxène, mais l'hypersthène est inconnu dans les roches de ce groupe trouvées dans la région.

L'analogie de structure de certains gneiss à pyroxène avec des roches de profondeur permettrait d'autre part d'admettre que ces roches sont en réalité des roches de profondeur du genre de celles qui seront décrites plus loin. J'ai trouvé dans une andésite à hypersthène (dyke dans la vallée de Saint-Projet (Cantal) une ségrégation composée de labrador et d'hypersthène dentelliforme comparable à celui de la roche dont il est question plus haut.

Dans un basalte d'Espalmanca à Fayal (Açores), j'ai en outre observé un groupe de grands cristaux de labrador renfermant des cristaux dentelliformes d'augite du même genre.

RIVEAU GRAND

Les enclaves sont d'une abondance extrême dans le ravin du Riveau Grand ; lorsqu'on remonte le lit du petit ruisseau, on trouve dans les blocs éboulés des hauteurs, des milliers de fragments de roches étrangères au trachyte qui les englobe. Ces enclaves sont arrondies comme si elles avaient été fondues superficiellement. Tantôt elles font corps avec le trachyte et ne peuvent en être séparées, tantôt, au contraire, le choc du marteau permet de les isoler et on les obtient alors avec leur surface arrondie. J'ai vu un de ces blocs mesurant 50 centimètres environ de diamètre.

Leur nature est plus variée qu'au Capucin, mais elles appartiennent toutes à la seconde catégorie que nous avons distinguée dans ce gisement. Ce sont des roches volcaniques ; je n'y ai jamais trouvé de roches anciennes quartzifères, malgré la proximité de ce gisement avec celui du Capucin.

Nous aurons à distinguer plusieurs groupes parmi les enclaves du Riveau Grand, mais il me semble probable que des recherches plus approfondies sur le terrain permettraient d'y trouver des types plus nombreux encore que ceux que j'ai pu recueillir et étudier.

J'ai observé les roches suivantes :

Andésites et diabases. — Les roches de ce type sont des andésites à grands microlites d'*andésine* passant à des roches granitoïdes et ne différant en aucun point des enclaves microlitiques les plus abondantes au Capucin. Toutefois à Riveau Grand, ces enclaves sont peu nombreuses ; l'amphibole et le pyroxène du premier temps sont presque toujours abondants.

Minéraux drusiques. — Les géodes sont assez rares. Le minéral

qui y domine de beaucoup est le pyroxène vert-clair ou jaune d'or offrant les mêmes formes qu'au Capucin. A signaler encore l'hypersthène beaucoup plus rare, la magnétite a^1 (111), l'oligiste en jolis petits cristaux a^1 (0001) p (10 $\bar{1}$ 1) et l'orthose rare.

Enclave dans enclave. — Ainsi qu'au Capucin, on rencontre au Riveau Grand des enclaves renfermant elles-mêmes des enclaves qui présentent la composition des kersantites ou gneiss basiques décrits dans le gisement précédent.

Andésites. — Une variété intéressante du groupe précédent est une roche très bulleuse, d'un gris violacé, dont la composition minéralogique se rapproche de celle qui vient d'être décrite. Les grands cristaux de labrador sont peu abondants; l'amphibole est d'un brun rouge foncé extrêmement polychroïque, très biréfringente; le pyroxène devient jaune d'or sur les bords, cette coloration atteint parfois le centre du cristal. Enfin la roche est imprégnée de produits ferrugineux parmi lesquels domine la pseudobrookite à peine translucide en lames minces.

Minéraux drusiques. — Les minéraux drusiques de cette roche sont l'hypersthène et la pseudobrookite; c'est même dans cette roche que nous avons trouvé les meilleurs cristaux de cette dernière espèce minérale. L'hypersthène est d'un vert olive un peu jaunâtre; ses cristaux rappellent ceux des enclaves volcaniques du Capucin. Leur couleur est plus jaune, leur polychroïsme plus intense; ils ne diffèrent que par leur couleur de ceux dont nous parlerons plus loin. Les uns et les autres ont été pour la première fois signalés par M. Gonnard en même temps que la pseudobrookite (1). Ce savant a fait remarquer leur analogie avec la szaboïte (hypersthène) qui venait d'être découverte par Koch dans les trachytes de Arany Berg, en Transylvanie.

La pseudobrookite forme des cristaux très nets, noirs de fer. OEBBEKE (2) a décrit leurs formes. Il a observé les formes suivantes (3):

(1) Gonnard. *Bull. Soc. minér.* II 150 — V. Lasaulx. *Zeitschr. f. Kryst.* III 293.

(2) *Bull. Soc. minér.* VIII. 56, 1885.

(3) J'adopte ici les axes de Koch et de Schmidt; dans son mémoire, M. OEBBEKE prend pour axes ceux qui ont été proposés autrefois par Groth et que ce savant a abandonnés du reste dans sa nouvelle édition (1889) de sa *Tabellarische Uebersicht der Mineralien*. Voici, du reste, la concordance des deux systèmes; les symboles employés par M. OEBBEKE sont mis entre [] $h^1 = [h^1]$, $g^1 = [p]$, $h^3 = [a^{1/2}]$, $a^1 = [m]$, $a^3 = [g^2]$, $b^{3/2} = [b^{1/2} b^{1/4} g^1]$, $b^{1/2} b^{1/4} g^{1/3} = [b^{1/2} b^{1/4} g^{1/3}]$, $e_{1/3} = [e_2]$. J'ai rétabli les symboles de M. OEBBEKE avec leur véritable valeur, car dans son mémoire, les notations de Lévy qu'il donne ne correspondent pas toujours à celles de Miller et de Naumann placées à côté.

h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210), a^1 (101), a^3 (103), $b^{3/2}$ (113), $b^{1/2}$ $b^{1/4}$ $g^{1/3}$ (133) (?) $e_{1/3}$ (133) (?).

Les cristaux sont aplatis suivant h^1 (100). Les faces de la zone verticale sont striées parallèlement à l'axe vertical.

Dans les plaques minces de la roche, on voit fréquemment sur le bord des géodes des cristaux des minéraux précédents dont une extrémité est engagée dans la roche et dont l'autre fait saillie dans la géode.

L'hypersthène est incolore en lames minces; il se développe plus rarement que la pseudobrookite dans la roche elle-même. Il y est fréquemment accompagné de mica blond pâle. Enfin quelques sections nous ont montré de petits nids de pyroxène allongés suivant h^1 g^1 (100) (010), pressés les uns contre les autres; ils semblent être le produit du remplissage complet d'anciennes cavités de la roche.

Trachyandésites. — C'est encore une roche à longs microlites d'orthose et d'oligoclase qui constitue des enclaves noires ou gris noires, très riches en cavités bulleuses que tapissent de longs cristaux de hornblende.

En lames minces, on voit que cette roche, riche en apatite, renferme des cristaux d'andésine, d'olivine, de pyroxène, d'amphibole brune en partie résorbée. L'apatite est riche en inclusions noires qui, disposées suivant les faces du prisme, donnent aux sections voisines de p (001), l'aspect de noséane.

Le magma microlitique est formé par de longs microlites de feldspath, présentant les uns des angles d'extinction à 0° et les autres à 20° . Il y a en outre du pyroxène et une amphibole brun clair à peine colorée en lames minces et peu polychroïque. Cette amphibole, identique à celle des druses, vient parfois mouler l'amphibole brune en voie de résorption. L'orientation cristallographique de ces deux amphiboles est la même. Mais tandis que dans g^1 (010), l'amphibole ancienne s'éteint presque à 0° , l'amphibole récente s'éteint à 20° environ, de plus sa biréfringence est plus faible. Cette amphibole est souvent accompagnée de mica blond clair.

Cette roche rappelle certains types de filons; là encore, le deuxième temps de consolidation est le seul important.

Minéraux drusiques. — Le seul minéral drusique que j'y ai observé est de la hornblende en longs cristaux grêles quelquefois filiformes et qui ne présentent pas de pointement mesurable; leur couleur est le brun rougeâtre. Elle semble identique à la hornblende qui sera décrite plus loin.

Les parois des druses sont tapissées par une couche d'orthose.

Quelques échantillons de cette roche présentaient des cristaux de feldspaths atteignant 3 à 4 millimètres; ils étaient en partie frittés et transformés en un mélange microlitique d'orthose et d'augite.

Trachyte augitique. — Une roche rouge brique clair avec grands cristaux de sanidine est fréquente en enclaves à Riveau Grand. C'est un trachyte augitique à pyroxène. Les cristaux du premier temps de consolidation sont constitués par de l'apatite polychroïque, de la sanidine, du labrador, de l'augite, de la hornblende presque complètement résorbée et de la biotite. Ces minéraux sont disséminés dans un magma formé de microlites raccourcis de mica, d'orthose et d'oligoclase mélangés avec de nombreux microlites d'augite.

L'augite, légèrement jaune verdâtre, devient jaune d'or sur les bords suivant le processus habituel.

La roche est imprégnée d'hématite et de pseudobrookite. Elle correspond à un type connu dans la vallée du Mont-Dore. La seule particularité qui distingue ce trachyte de celui des coulées réside dans les minéraux drusiques, la couleur jaune du pyroxène et les minéraux ferrugineux secondaires.

Minéraux drusiques. — Les cavités, en général allongées, sont tapissées de petits cristaux de *pseudobrookite* et d'*hypersthène* colorés en rouge par un peu d'oligiste. Ce pigment ferrugineux est localisé sur les bords des cristaux ou également réparti à sa surface. Les formes sont les mêmes que celles qui ont été énumérées plus haut pour les mêmes minéraux. Les cristaux de *pseudobrookite* décrits par OEbbeke provenaient de cette roche (1).

Au contact de cette roche et du trachyte, on trouve par places de petites masses, à apparence scoriacée, formées par des débris des grands cristaux de feldspath du trachyte, cimentés par un agrégat d'orthose récente avec cristaux nets de tridymite et surtout d'oligiste.

Trachyte augitique à olivine. — Une roche de composition voisine de la précédente, bien que d'aspect différent, est également abondante à Riveau Grand. Elle est grise; on y distingue à l'œil nu des baguettes noires d'amphibole et des cristaux blancs de feldspath. De nombreuses soufflures sont tapissées de cristaux de biotite blond clair et de hornblende.

(1) M. OEbbeke signale l'association de la *pseudobrookite* à la hornblende jaune ou rougeâtre; je n'ai jamais observé cette association dans les échantillons que j'ai eus à ma disposition.

Les minéraux du premier temps sont : l'olivine en grands cristaux, l'apatite, la hornblende, le pyroxène et le labrador.

L'olivine est en général intacte, mais bordée de produits ferrugineux jaunes.

Les pyroxènes sont de couleur très claire, à peine polychroïques dans les teintes verdâtres et brunes. L'amphibole est en partie résorbée.

Ces grands cristaux se trouvent au milieu d'une pâte grenue formée en grande partie d'orthose non mâclée, mais on y trouve aussi des feldspaths tricliniques à petits angles d'extinction. L'augite et la magnétite y sont en outre abondantes. La roche renferme aussi de la biotite et de la hornblende de couleur pâle. La biotite est très polychroïque avec :

n_g = jaune d'or.

n_m = brun rouge clair.

n_p = incolore.

Les mâcles polysynthétiques suivant la loi habituelle sont fréquentes et faciles à constater, grâce à la différence des teintes de polychroïsme suivant n_g et n_m . L'angle d'extinction est symétrique par rapport à cette ligne de macle, il ne dépasse pas 2° de part et d'autre de la ligne de macle.

Ce mica que nous avons déjà trouvé dans une enclave du Mont-Dore a été rencontré par M. Michel Lévy dans les trachytes en coulée et notamment dans ceux qui s'observent entre la roche Vendéix et les Etables.

L'amphibole est également de couleur claire, mais avec polychroïsme net suivant :

n_g = jaune rouge.

n_m = jaune brunâtre.

n_p = jaune pâle presque incolore.

L'angle d'extinction dans g^1 (010) se fait à 20° environ de l'axe vertical.

La biotite forme des paillettes dans la pâte de la roche et de longs cristaux qui semblent remplacer des cristaux ferruginisés (de biotite ou d'amphibole). L'amphibole se trouve soit en longs cristaux, soit en bordure autour du pyroxène, soit en masses irrégulières entourant avec la biotite les grands cristaux anciens d'olivine et de hornblende.

L'identité de propriétés de cette amphibole et de cette biotite avec celles des mêmes minéraux, abondants dans les druses, me fait penser que ces minéraux, au moins en partie, sont de formation

contemporaine, et que l'on doit considérer comme secondaires ceux qui imprègnent la roche elle-même.

Ce trachyte (les minéraux métamorphiques mis à part) appartient à un type fréquent au Mont-Dore et que M. Michel Lévy a trouvé notamment à la Grande Cascade, au roc de Cuzeau, etc.

Minéraux drusiques. — Les druses sont tapissées d'un enduit d'orthose en cristaux indistincts et d'un peu de tridymite. Deux sortes d'associations minérales s'y rencontrent :

1° Hornblende et biotite.

La hornblende forme des cristaux atteignant 1^{cm}, brun noir, à faces nettes. Ils sont allongés suivant l'axe vertical; OEbbeke (1) y a signalé les formes suivantes : m (110), h^3 (210), g^1 (010), h^1 (100), g^2 (130), p (010), $b^{1/2}$ (111), $e^{1/2}$ (021), $b^{1/2}$ $d^{1/4}$ g^1 (131). On observe la macle habituelle suivant h^1 (100).

L'angle d'extinction dans g^1 (010) est d'environ 20°. Comme il a été dit plus haut, cette même amphibole imprègne l'enclave elle-même. Son polychroïsme a été noté. Quant à la biotite, elle est de couleur blond clair; elle forme de petites lamelles empilées, parfois postérieures à la hornblende.

Examinées sur la face p (001), ces lamelles laissent voir un polychroïsme net avec jaune d'or suivant n_g et brun rouge clair suivant n_m . Le plan des axes est parallèle à g^1 (010). $2E = 20^\circ$ environ $\rho < \nu$. Les lamelles atteignent parfois 4 ou 5^{cm} de diamètre.

Les géodes renfermant ces minéraux ont parfois plusieurs centimètres de surface; elles sont irrégulières, les cristaux y sont inégalement distribués, mais en général clairsemés.

2° Pyroxène et sanidine.

Les druses qui renferment ces minéraux sont d'ordinaire plus petites que les précédentes; elles sont encore tapissées de sanidine; le minéral dominant est du pyroxène monoclinique jaune verdâtre, allongé suivant l'axe vertical, mais souvent en outre très aplati suivant h^1 (100). Ce minéral présente les formes et les propriétés du pyroxène décrit plus haut dans les enclaves volcaniques du Capucin.

Un même échantillon renferme souvent des cavités indépendantes contenant ces deux sortes d'association, mais je ne les ai jamais trouvées confondues dans la même géode.

On rencontre parfois de petites cupules légères formées d'orthose vitreuse et de cristaux transparents de pyroxène achevant de remplir une cavité tapissée de cristaux de hornblende. Elles sont

(1) Op. cit.

délicatement déposées sur les cristaux de hornblende, mais elles restent toujours indépendantes.

Andésite augitique et amphibolique. — La roche est très riche en amphibole brune très polychroïque non résorbée et en augite violacée en gros microlites très allongés suivant l'axe vertical, mélangés avec des microlites allongés de feldspath triclinique à très petits angles d'extinction (oligoclase) et avec des microlites d'orthose. Les bisilicates existent aussi en cristaux de première consolidation peu abondants. La roche est en outre riche en apatite et en magnétite.

Le feldspath du premier temps de consolidation est constitué par de l'orthose et du labrador. Souvent les cristaux de ces minéraux sont nourris sur leur bord par de l'orthose formant autour d'eux une bordure frangée. Des enclaves identiques se trouvent dans le trachyte de la vallée de Chaudefour.

Cette roche présente la plus grande analogie avec les enclaves des phonolites décrites plus loin dans celles de la Malviale. Elles sont comparables à quelques porphyrites amphiboliques anciennes et surtout aux roches que M. Michel-Lévy a trouvées en filons dans le Val d'Enfer. On peut aussi en rapprocher une enclave recueillie par M. Fouqué dans la brèche andésitique de la base du Griounaux (Cantal). Cette dernière est constituée par de très grands microlites de labrador accompagnés de cristaux allongés de hornblende brune, de biotite et de pyroxène; les éléments colorés affectent des tendances à la structure ophitique par rapport aux feldspaths; la roche renferme en outre un peu de matière vitreuse.

Diorite, diabase amphibolique. — J'ai trouvé au Riveau Grand une enclave ayant la grosseur du poing, composée de hornblende et de feldspath triclinique. La roche est microlitique. M. Michel Lévy m'a remis un échantillon identique formant une enclave dans un trachyte de la vallée de La Cour.

L'échantillon du Riveau Grand ne renferme comme bisilicate que de la hornblende brune très biréfringente. Celui de La Cour contient en outre de l'augite. Ces minéraux en cristaux très allongés sont englobés par le feldspath triclinique dont la cristallisation a dû s'effectuer par une prise en masse (Pl. XXVI, fig. 4).

Le feldspath triclinique est de l'andésine; il est souvent riche en inclusions de pyroxène en petites aiguilles extrêmement allongées.

M. Fouqué m'a remis un échantillon identique qu'il a recueilli en enclave dans l'andésite à hornblende de la carrière de Boué (commune de Saint-Jacques des Blats, Cantal). J'ai décrit (1), dans cette

(1) *Bull. des services de la carte géol. de France*, loc. cit., p. 47.

même andésite des enclaves de gneiss très modifié. L'andésite de Dreits (Cantal), en renferme également des enclaves, en général très riches en feldspath et en augite.

Une roche analogue du Niveau Grand ne renferme que du pyroxène en fait de bisilicate; le feldspath est comme celui de la roche précédente, riche en inclusions de magnétite et d'augite.

Ces roches granitoïdes doivent être considérées comme des types ayant cristallisé en profondeur. On ne leur connaît pas d'analogues en place dans le Plateau Central.

M. Michel Lévy m'a donné une enclave qu'il a recueillie aux Arnats, dans un bloc erratique d'andésite.

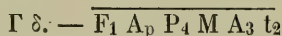
Elle se rapporte à un type voisin de celui qui vient d'être décrit. Elle est composée par un mélange grenu de biotite, de hornblende, d'augite et de feldspath triclinique basique (labrador) (Pl. XXVI, fig. 5).

La biotite et la hornblende possèdent exactement les mêmes teintes de polychroïsme.

BIOTITE :	HORNBLLENDE :
n_g = brun rouge allant parfois au noir	brun rouge
n_m = brun clair	brun clair
n_p = jaune clair	jaune clair

L'amphibole est extrêmement riche en inclusions vitreuses à bulles qui manquent ou sont rares dans la biotite. La hornblende possède toutes les propriétés optiques de la hornblende basaltique.

Les autres éléments de la roche ne présentent aucune particularité intéressante. Cette roche doit être notée :



Des roches granitoïdes de ce genre sont fréquentes à l'état d'enclaves dans les andésites de divers points de l'Auvergne et notamment du Cantal. Tantôt elles ont la composition qui vient d'être indiquée, tantôt elles sont composées uniquement de feldspath triclinique basique (labrador ou anorthite) associé à la hornblende seule (enclave dans andésite à hornblende de la carrière de Boué, près le Lioran), à de la hornblende et de l'augite (enclave dans trachyte inférieur de Chairouche et de Lescuno, près Murat, Cantal), à de la hornblende de la biotite et de l'augite (enclave dans andésite inférieure de Chavarouche, Cantal) (1). On en trouve d'analogues dans les tufs basaltiques.

(1) Dans cette roche, la biotite et la hornblende sont ophitiques par rapport aux feldspaths. Dans toutes ces roches enclavées les inclusions gazeuses sont souvent très abondantes comme dans les roches fortement chauffées.

Il faut les considérer comme de véritables diorites ou diabases, consolidées en profondeur.

Je terminerai par la description d'une enclave intéressante provenant du roc de Cuzeau que m'a remise M. Gonnard. C'est un fragment de trachyte à biotite et hornblende se rapprochant du type de Riveau Grand $\overline{F_1 A_p A_3 M P_4 O_1 t_1 F_1}$. Il est entouré par une enveloppe très cristalline à structure microlitique dans laquelle, à l'œil nu, on distingue, dans un agrégat de cristaux de feldspath vitreux, des cristaux verts de pyroxène, des octaèdres a^1 (111) de magnétite et quelques jolis cristaux jaunes transparents de sphène rappelant par leurs formes la séméline du lac de Laach. Tantôt cette enveloppe cristalline est très adhérente avec l'enclave et se fond insensiblement avec elle, tantôt, au contraire, elle lui est peu adhérente et alors l'enclave arrondie, comme corrodée, est recouverte d'un enduit de cristaux microscopiques des minéraux constituant l'enclave elle-même.

Les feldspaths ne présentent pas de cristaux mesurables ; ils sont formés par l'enchevêtrement d'un grand nombre de cristaux p (001), m (110), g^1 (010), a^1 (101), en général aplatis suivant g^1 (010). En lames minces, les feldspaths se montrent formés par de l'orthose et de l'anorthose existant soit en cristaux distincts, soit associés ; l'anorthose forme, dans ce dernier cas, des facules dans l'orthose. Les grands cristaux de pyroxène sont légèrement verdâtres en lames minces ; ils sont aplatis suivant h^1 (100) et présentent les formes h^1 (100), m (110) $b^{1/2}$ ($\overline{111}$). Ils possèdent les propriétés optiques de l'augite, mais sur les bords, ils se transforment en œgyrine, très polychroïque, dans les teintes vert d'herbe foncé. Ce pyroxène se distingue facilement de l'augite par son polychroïsme, sa forte biréfringence, le signe négatif de son allongement, et ses extinctions presque longitudinales. La magnétite se présente aussi en grands cristaux.

Les feldspaths et le pyroxène sont moulés par une petite quantité de microlites rectangulaires d'orthose associés à des aiguilles d'œgyrine et de la magnétite. Un peu d'hématite colore par place le feldspath en rouge.

Cette roche est donc une sanidinite $\overline{F_1 P_{4(1)} a_1 O_1 P_1 a_1}$.

Sa composition est comparable à quelques-uns des types que j'ai trouvés récemment (1), en enclaves dans les andésites de Menet (Cantal). Mais ici, elles doivent sans doute être considérées comme formées par cristallisation au sein de liquides alcalins emprisonnés avec l'enclave au moment de l'englobement de celle-ci par le trachyte du Cuzeau.

(1) *Compt. Rendus*. CXI. 1003, 1890.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Les faits exposés dans ce mémoire conduisent à des résultats intéressants au double point de vue géologique et minéralogique.

Considérations géologiques. — Les trachytes du Mont-Dore renferment un grand nombre d'enclaves de roches étrangères, roches appartenant à deux groupes distincts :

1° Des roches quartzifères (gneiss à cordiérite, granite, fragments de quartz).

2° Des roches feldspathiques parmi lesquelles se trouvent :

a) Des types connus dans la vallée du Mont-Dore en coulées (*trachytes augitiques*, *trachytes augitiques à olivine*, *andésites augitiques*, etc., tous à hornblende résorbée), ou en filons (*andésites amphiboliques* à hornblende intacte).

b) Des *andésites à hornblende* (de structure et composition spéciales) passant à des types ophitiques et même granitoïdes analogues à des diabases, roches inconnues en place au Mont-Dore.

Ces roches ont leur hornblende résorbée et ne sont pas des roches de profondeur, mais elles sont *au moins intrusives*, puisqu'elles renferment elles-mêmes des enclaves de roches étrangères, tout comme le trachyte qui les englobe. Elles doivent sans doute être considérées comme s'étant épanchées en masses épaisses dans lesquelles un refroidissement lent a permis le développement des diverses structures énumérées plus haut.

c) Des roches grenues, d'origine incisée (*gneiss basiques*, ou roches de profondeur).

d) Des roches véritablement grenues à la façon de *diorites* et *diabases* anciennes, roches à amphibole brune toujours intacte, qui doivent être considérées comme ayant cristallisé en profondeur.

Il est remarquable de voir réunies en enclaves dans le trachyte de la même région des roches de *structure*, de *composition* et d'*origine* aussi diverses. Dans les deux gisements du Capucin et du Niveau-Grand, distants d'environ trois kilomètres, on voit varier la nature de ces enclaves. Au Capucin, les roches grenues de profondeur sont très rares, ainsi que les types connus en place; les roches quartzifères, au contraire, y sont fréquentes. Au Niveau-Grand, ces dernières font défaut; les roches du type *b* sont peu abondantes, et ce sont les roches connues en place qui dominent. Les roches grenues de profondeur, quoique plus abondantes qu'au Capucin, n'y sont cependant pas communes.

J'ai signalé en passant quelques enclaves volcaniques trouvées

en divers autres points d'Auvergne. Il est vraisemblable que, l'attention une fois attirée sur elles, elles seront trouvées dans beaucoup d'autres gisements.

La diversité des roches volcaniques enclavées ne permet pas de chercher avec chance de succès auxquelles de ces roches épanchées peuvent être comparés spécialement les types de profondeur observés avec elles en enclaves. Il est intéressant toutefois de remarquer que si l'on passe en revue les cristaux du stade intratellurique de toutes ces roches, on y observe les silicates suivants : *olivine*, *sphène*, *pyroxène*, *amphibole*, *biotite*, *feldspath triclinique* et *orthose*. Or, les termes extrêmes de cette série (*olivine* et *orthose*) manquent dans nos enclaves de profondeur.

Considérations minéralogiques. — Deux faits ressortent tout d'abord :

1° Les enclaves sont presque toujours riches en minéraux secondaires, développés dans des cavités ;

2° Ces enclaves ont été le siège de phénomènes métamorphiques variés (destructions partielles, apports).

J'ai fait voir dans un travail antérieur que, toutes conditions égales d'ailleurs, lorsqu'une roche solide est englobée dans un magma volcanique, les modifications qu'elle subit sont d'autant plus intenses, qu'il y a une plus grande différence entre l'acidité de la roche enclavée et celle de la roche enclavante.

En vertu de ce principe, ce sont les roches quartzifères qui doivent être le plus modifiées.

Modifications des roches quartzifères. — Les gneiss à cordiérite enclavés sont constitués par du quartz, du feldspath et un certain nombre d'autres minéraux (*andalousite*, *cordiérite*, *sillimanite*, *corindon*, *grenat*, *biotite*). Ces derniers minéraux ne sont pas attaqués par le magma trachytique, tandis que le quartz et les feldspaths sont résorbés ; mais au fur et à mesure qu'ils disparaissent, ils sont remplacés par de l'orthose de nouvelle génération (1) accompagnée d'un peu de tridymite), de telle sorte que les fragments de gneiss ne se déforment pas. Le volume de l'orthose régénérée n'étant pas en général égal au volume quartzofeldspathique résorbé à cause de

(1) La roche formée par les minéraux nouveaux est grenue. Elle ne peut être confondue avec les roches de profondeur qui, dans ce gisement, sont beaucoup plus basiques. Il n'en est pas de même dans tous les gisements, j'ai fait voir, en effet (CR. CXI, 1003, 1890) que, dans les trachytes de Menet (Cantal), les enclaves de granulite donnent par modifications des roches grenues à anorthose identiques aux enclaves des roches de profondeur qui les accompagnent. Ces roches sont à comparer comme composition avec la zone récente qui entoure l'enclave du Cuzeau décrite plus haut.

la disparition du quartz, il en résulte des cavités dans lesquelles cristallisent : *orthose*, *tridymite*, *hypersthène*, *magnétite*, *spinelle*, *oligiste*. Les enchevêtrements de cordiérite, andalousite, etc., constituent l'ossature de ces géodes. La biotite est transformée en un mélange de magnétite et d'hypersthène.

Cette facile résorption du quartz et du feldspath explique pourquoi on ne trouve pas dans le trachyte d'enclaves de gneiss franc (1) et pourquoi les enclaves de granite et de quartz sont rares, bien que toutes ces roches soient abondantes dans la région. Quant aux gneiss à cordiérite, ils ont été signalés par M. Michel Lévy comme fréquents à l'ouest de Clermont (2).

Modifications des enclaves volcaniques. — Les phénomènes constatés dans les enclaves volcaniques sont d'un tout autre ordre. Leur composition étant voisine de celle du trachyte, on n'y observe pas, en général, de destruction apparente; il y a seulement cristallisation de minéraux dans les vacuoles. Il est probable que ces enclaves ont été imbibées de gaz et de liquides charriant des principes minéraux qui, une fois la roche englobée par le trachyte, se sont trouvés en quelque sorte en vase clos et ont laissé déposer leurs éléments sous forme de pyroxène, hypersthène, etc. L'enclave a cependant réagi sur les fluides absorbés en modifiant leur composition, puisque les minéraux ou les associations de minéraux contenus dans les enclaves de nature différente, englobées côte à côte dans le même bloc de trachyte, ne sont pas les mêmes. C'est ainsi que dans les enclaves d'andésites et de diabases on trouve : *hypersthène*, *pyroxène*, *zircon*, *orthose*, *tridymite*; dans les trachytes augitiques : *hornblende*, *pyroxène* et *orthose* — *pseudobrookite* et *hypersthène* — *fayalite*, *magnétite*, *biotite*, *hypersthène*, etc. Lorsque l'enclave a été attaquée, elle l'a été d'une façon très faible (probablement par agrandissement de cavités préexistantes, ou attaque de grands cristaux feldspathiques, de matière vitreuse), ou tout au moins d'une façon uniforme sur tous ses éléments; s'il s'est développé dans sa pâte des minéraux nouveaux, ils sont identiques aux minéraux anciens, car on ne peut les en distinguer.

Le développement de minéraux nouveaux s'est bien produit comme il vient d'être dit, grâce à une absorption de fluides par

(1) On a vu plus haut que nous avons rapporté avec doute à des gneiss basiques certaines enclaves du Capucin : elles sont du reste très rares; le quartz n'y a pas été trouvé et le feldspath est du labrador; on s'explique, dès lors, pourquoi elles sont souvent intactes. Elles se trouvent, par leur composition, ramenées au cas des enclaves volcaniques.

(2) *Bull. Soc. minér.* VI, 329, 1883. Voy. aussi Carte géol. détaillée de la France (feuille de Clermont).

l'enclave, absorption rendue possible par sa porosité, augmentée par l'existence de nombreuses vacuoles primaires ou secondaires, car lorsque la roche est compacte, sans cavités (*andésite amphibolique*), il ne s'y développe pas en général de minéraux nouveaux.

Au point de vue de la distribution des minéraux de nouvelle génération dans les enclaves, il y a lieu de faire remarquer que le pyroxène monoclinique, la pseudobrookite, la fayalite, la biotite, la hornblende et le zircon sont spéciaux aux enclaves non quartzifères (4), que l'hypersthène, la tridymite et l'orthose, au contraire, se trouvent dans toutes les catégories d'enclaves.

En résumé, les modifications subies par les enclaves de roches quartzifères et de roches volcaniques sont très différentes. Les roches quartzifères sont en partie détruites, leur quartz disparaît et n'est que partiellement remplacé par de la tridymite, leur feldspath est résorbé et remplacé par de l'orthose de nouvelle génération, et, dans les cavités produites par cette altération, naissent des minéraux n'existant ni dans le trachyte, ni dans la roche quartzifère avant son englobement. L'enclave fournit en grande partie les matériaux des minéraux nouveaux.

Dans le cas des roches volcaniques, au contraire, l'enclave agit surtout comme absorbant de fluides dont elle modifie un peu la composition.

On s'explique dès lors pourquoi le minéral nouveau qui domine dans les enclaves acides est l'orthose, puisque l'enclave qui a fourni en grande partie la matière des minéraux nouveaux était elle-même riche en orthose, tandis que ce même minéral ne se trouve qu'en enduit dans les enclaves volcaniques où il a été en partie apporté.

Quant à la nature des réactions chimiques qui ont donné naissance à ces transformations, il est difficile de les préciser; il est toutefois probable qu'elles se sont produites à l'aide de liquides alcalins.

Les conclusions qui viennent d'être exposées sont celles auxquelles m'a conduit l'étude, poursuivie pendant deux ans, d'un très grand nombre d'enclaves; je me garderais bien cependant de les généraliser.

L'étude des enclaves doit être traitée avec la même prudence que celle des météorites. De même que ces dernières, en effet, les enclaves nous apportent des documents de régions que ne peut atteindre l'observateur; mais ces documents sont épars, en petit nombre et les observations ont besoin d'être très multipliées pour qu'il soit possible d'en tirer des conclusions définitives.

(4) Ces conclusions s'appliquent exclusivement aux gisements décrits dans ce Mémoire. J'ai en effet trouvé quelques-uns de ces minéraux développés dans les enclaves quartzifères de Menet (Cantal).

Sur les Enclaves de la Phonolite du Mont-Dore,

par M. A. Lacroix

Les phonolites de la Malviale renferment en assez grande quantité de petites enclaves très riches en longs prismes de hornblende noire. M. Michel-Lévy a bien voulu me confier l'examen d'un échantillon qu'il a recueilli. J'ai examiné en outre deux autres échantillons que je dois à l'obligeance de M. Vélain.

Lorsqu'on étudie en lumière naturelle une préparation taillée dans une de ces enclaves, on voit qu'elle est constituée par une quantité considérable de longs microlites d'amphibole, allongés suivant la zone verticale et dont les dimensions varient depuis un centimètre jusqu'à $1/10$ de millimètre. Cette amphibole appartient à la variété brune peu biréfringente des porphyrites amphiboliques. Les cristaux présentant les faces m (110), h^1 (100), g^1 (010) sont souvent creux; ils sont fréquemment accompagnés d'augite brunâtre également très allongée suivant la zone verticale. Ces deux minéraux sont englobés par un magma feldspathique constitué par des plages d'oligoclase et d'un feldspath non mâclé, ou ne présentant que la mâcle de Carlsbad, minéral qui doit vraisemblablement être rapporté à de l'orthose. A ces éléments, s'ajoutent de la magnétite et une petite quantité de sphène. Un des échantillons que j'ai étudiés renfermait en outre une agglomération de grands cristaux d'orthose, d'anorthose et d'oligoclase renfermant quelques cristaux de sphène, de pyroxène, de biotite et d'amphibole. Il y a lieu d'ajouter encore, en inclusions dans l'oligoclase, quelques cristaux globuleux à contours hexagonaux d'une substance isotrope qui me semble devoir être rapportée à la sodalite et qui présente la plus grande analogie avec celle des syénites néphéliniques. Les bords des grands cristaux de feldspath ont subi un commencement de corrosion et, dans les intervalles de quelques-uns d'entre eux, j'ai pu constater la formation de microlites d'orthose, dus certainement à l'action du magma phonolitique (Pl. XXVII, fig. 6).

La masse de l'enclave est localement creusée de cavités remplies par de la calcite secondaire; sur leurs bords, on observe souvent des cristaux limpides, peu réfringents, ne possédant pas trace de biréfringence et dont les contours indiquent la symétrie cubique. Cette substance est attaquable par les acides, mais il ne m'a pas été possible de faire des essais chimiques qui puissent décider si

la substance en question est de la sodalite ou une zéolite (analcime); notons en outre que ce même minéral semble exister dans la pâte même de l'enclave et se développe dans la phonolite à son contact.

Cette enclave microlitique est une andésite *amphibolique*; elle présente une certaine analogie avec celle des filons décrits par M. Michel Lévy au Val d'Enfer; elle en diffère cependant par l'existence d'orthose, de sodalite et par ce fait que le feldspath du second temps, au lieu de cristalliser sous forme de petits microlites, se développe en grandes plages, englobant tous les éléments colorés.

Des enclaves semblables à celles qui viennent d'être décrites se rencontrent dans les phonolites de divers points du Plateau Central et notamment au Puy Griou.

Dans ce dernier gisement, les enclaves renferment parfois des parties arrondies, remplies par de longs microlites d'orthose et par le minéral que je considère comme de la sodalite. Ce minéral, par toutes ses propriétés, est comparable à celui qui est si abondant dans les trachytes à œgyrine de Scarraputa (île d'Ischia), et dont vom Rath a démontré l'identité avec la sodalite. De même que dans les enclaves de la Malviale, on trouve parfois un peu de mésotype secondaire.

J'ai eu entre les mains un trop petit nombre d'échantillons pour pouvoir en tirer des conclusions générales. Cependant, la constance de ce type d'enclaves dans les phonolites, l'existence probable de la sodalite, font penser que ces roches sont des fragments de roches profondes en relation étroite avec la phonolite elle-même, plutôt que le résultat de cristallisations opérées dans le magma phonolitique antérieurement à sa venue au jour.

J'ai trouvé, l'an dernier, dans la phonolite feldspathique de Trizac (Cantal), un fragment enclavé de sodalite bleue, ayant la grosseur du poing, et non loin de là, à Brocq (Menet, Cantal), dans un tuf voisin d'une phonolite néphélinique (Vensac), j'ai recueilli en abondance des enclaves de sanidine à anorthose et sodalite. Ces deux faits, rapprochés des précédents, montrent que le sous-sol du Plateau Central, à proximité des gisements de phonolite, est riche en roches sodiques inconnues en place (1).

(1) Depuis la rédaction de cette note, j'ai eu l'occasion de signaler (*C. R.* 1891) dans les phonolites du Höhgan des enclaves de *syénites néphéliniques*. Des roches analogues se trouvent dans les mêmes conditions dans le Kaiserstuhl, les Canaries et l'île Fernandade Noronha.

Note sur les enclaves des basaltes du Mont-Dore et de quelques autres gisements du Puy-de-Dôme et sur un phénomène de contact de basalte et de granite,

par **M. A. Lacroix.**

Les basaltes de la région parcourue par la Société géologique sont riches en enclaves variées. On y trouve en effet des enclaves de péridotite, de roches basiques feldspathiques sans olivine et enfin des roches quartzifères.

Les bombes à olivine (*péridotites*) sont bien connues avec leur composition presque constante (olivine, enstatite, pyroxène monoclinique et spinelle); je ne m'en occuperai donc pas dans cette note.

La seule enclave basique sans olivine que j'ai eue entre les mains sera décrite plus loin en détail. Je passerai ensuite très rapidement en revue les enclaves quartzifères, en signalant seulement quelques-unes des plus intéressantes, leur description complète devant être donnée dans un travail étendu que je prépare sur ce sujet.

A. Enclaves feldspathiques sans péridot.

M. Michel Lévy a bien voulu me confier une enclave feldspathique qu'il a recueillie dans le basalte de Pardine, et qui était accompagnée de fragments d'orthose décrits plus loin.

Cette roche présente une composition intéressante : Elle est essentiellement formée de magnétite accessoire, d'augite et d'anorthite grenues en plages atteignant 2^{mm}. Les plages de ces minéraux sont séparées les unes des autres par un mélange de longs micro-lites de labrador, de grains d'augite et de la substance ferrugineuse brun rouge qui épigénise d'ordinaire l'olivine des basaltes de la région (Pl. XXVII, fig. 1).

On observe des formes d'olivine dans ce minéral; et, dans quelques échantillons, le centre du cristal est occupé par une substance rappelant le chrysotile. Le minéral rouge est constitué par des baguettes ou des grains atteignant 0^{mm}25 groupés en grand nombre à peu de distance les uns des autres, possédant une orientation uniforme sur une grande étendue et formant, par leur ensemble, le squelette de grands cristaux. Par places, en outre, il existe un peu

d'une substance vitreuse brune renfermant une trame (à symétrie hexagonale) d'aiguilles d'ilménite. L'augite contient une quantité prodigieuse d'inclusions vitreuses à bulles.

Cette enclave me semble devoir être interprétée de la façon suivante : C'est une roche grenue de profondeur, inconnue en place et comparable à celles qui ont été décrites en enclaves dans les andésites du Mont-Dore. L'enclave, une fois englobée par le basalte liquide, de composition et de fusibilité voisines des siennes, les éléments de la roche ont commencé à fondre sur leurs bords pendant qu'entre eux pénétrait la matière du basalte. Du mélange du produit de la fusion partielle de l'enclave et du verre basaltique est résulté le labrador microlitique, ainsi que le pyroxène et l'olivine (postérieurement transformée); l'enclave s'est donc modifiée par apport de magnésie, de fer et d'alcali. Le péridot est bien de nature métamorphique, car on le voit se glisser parfois dans les fissures du feldspath. J'ai du reste observé la formation de la même substance au milieu d'une enclave de granulite partiellement fondue trouvée dans les projections basaltiques de la Denise (Haute-Loire). Quant aux inclusions vitreuses si abondantes dans le pyroxène, elles sont aussi de nature secondaire.

Les enclaves des roches de ce groupe ne sont pas communes dans les basaltes d'Auvergne. Toutefois, on en trouve d'analogues dans les tufs basaltiques des environs de Murat (route d'Empalat) et de Bournac (Haute-Loire). Celles de Murat sont formées de labrador, anorthite et hypersthène; celles de Bournac (dont je dois la communication à M. Boule) par du labrador, de l'augite et de l'hypersthène. Ces deux roches n'offrent pas les transformations citées plus haut, ce qui s'explique, puisqu'elles proviennent de tufs de projection dans lesquels les enclaves sont toujours moins transformées que dans les basaltes en coulées.

B. — Enclaves quartzifères

LAC DE GUÉRY

En montant du Mont-Dore au lac de Guéry, on trouve, au milieu des éboulis du basalte qui domine la route, une grande quantité d'enclaves de *granulite à cordiérite*.

La plupart de celles que j'ai recueillies étaient de petite taille et entièrement scorifiées, la cordiérite seule restant intacte avec sa couleur bleue; le même phénomène est fréquent dans les enclaves de basalte du Velay.

Un échantillon plus cohérent m'a permis d'obtenir une plaque d'environ 2^{cm}5, montrant le contact de l'enclave et du basalte; cet échantillon ne renferme pas de cordiérite. Si l'on étudie la plaque à quelque distance du basalte, on voit le quartz intact; les feldspaths (orthose, microcline, oligoclase) se brisent et fondent suivant leurs deux clivages; puis il se produit une recristallisation d'orthose affectant la forme de longues branches microlitiques orientées sur le cristal primordial, et séparées les unes des autres par de la matière amorphe; il se forme en même temps du pyroxène vert clair (devenant parfois vert foncé sur les bords).

La zone de feldspath en voie de fusion est extrêmement riche en inclusions gazeuses. A mesure que l'on se rapproche du basalte, on voit diminuer la proportion de feldspaths anciens, et au contact immédiat, on constate l'existence d'une zone exclusivement formée par de grandes baguettes de feldspath récent (entremêlées de pyroxène) accolées obliquement ou normalement à la paroi de contact avec le basalte. Beaucoup de ces feldspaths ne sont pas mâclés; d'autres offrent les mâcles de Carlsbad, de l'albite et se groupent en croix suivant la loi de Baveno. Ils doivent être rapportés à l'oligoclase; peut-être les feldspaths non mâclés sont-ils dus à l'orthose (Pl. XXVII, fig. 3).

Le basalte appartient au type normal. Une ligne nette le sépare de l'enclave, et il n'a subi aucun métamorphisme endomorphe.

En résumé, au lac de Guéry, les modifications subies par les enclaves sont surtout dues à des phénomènes de fusion avec sans doute introduction d'un peu de matière basaltique pour former le pyroxène, à moins que les matériaux nécessaires à la production de ce minéral n'aient été fournis par des minéraux résorbés. En l'absence d'enclave intacte, il est impossible de savoir exactement quelle était leur composition minéralogique initiale.

PRUDELLES

M. Gonnard m'a remis une enclave recueillie dans le basalte de Prudelles, au milieu duquel il a trouvé un grand nombre de zéolites. Cet échantillon de très petite taille était fort altéré par action secondaire et chargé de chlorite (delessite), etc. Il doit être attribué à du granite, bien que le fragment que j'ai observé ne renfermât plus que de l'orthose et de l'oligoclase anciens.

Ces feldspaths sont transformés en feldspath récent de la même façon que dans le gisement précédent (Pl. XXVII, fig. 4), mais ici la

formation de pyroxène (1) est très faible. Les feldspaths anciens sont piquetés de paillettes de micas blancs secondaires qui manquent aux feldspaths récents. Ces derniers forment des nids composés de longs cristaux mâclés entre eux suivant la loi de Baveno et séparés les uns des autres par un peu de matière vitreuse brune.

Les cristaux anciens se débitent grâce à leurs clivages p (001) et g^1 (010) en petits solides entre lesquels se produit de la matière vitreuse, souvent transformée en produits biréfringents.

Enfin, on observe de grandes plages remplies par des agrégats en *buisson* de très petits octaèdres de spinelle vert et de magnétite mélangés avec des débris de biotite et de la matière vitreuse ou du feldspath. Ce sont les produits de la fusion de la biotite.

L'enclave est creusée de cavités remplies par des produits chloriteux.

SAINT-ANTHÈME

C'est encore à M. Gonnard que je dois les enclaves de Saint-Anthème. Elles sont compactes et constituées par du granite.

Ce dernier renferme en abondance du quartz et du feldspath (orthose et oligoclase).

Le feldspath est presque entièrement fondu ; ses grandes plages ne montrent plus qu'un squelette déchiqueté de matière intacte parcouru çà et là par des cassures que remplissent des microlites de feldspaths récents disposés en rosettes (mâcles de Carlsbad et Baveno). Quelques feldspaths renferment de très jolis cristaux de spinelle vert secondaire. Le même minéral accompagné de magnétite épigénise plus ou moins complètement la biotite qui conserve ses formes. Il se produit en outre à la périphérie de ces épigénies, et parfois aussi dans la roche, de petites aiguilles d'un minéral offrant en lumière naturelle tous les caractères (relief, forme) du pyroxène, mais présentant une extinction toujours longitudinale avec allongement positif : il doit vraisemblablement être attribué à de l'hypersthène, bien que les petites dimensions des cristaux, souvent à peine biréfringents, ne permettent pas de trancher la question avec sécurité.

PARDINES

J'ai déjà décrit (2) une enclave d'orthose dans le basalte de Pardines que m'avait remise M. Gonnard. J'avais pu constater que les pro-

(1) Il est partiellement transformé en œgyrine.

(2) *Bull. de la Carte géol. de France*, t. II, n° 41, p. 40, 1890. Par suite d'une erreur typographique, le mot Pardines a été écrit dans cette note Pradines.

priétés optiques de cette orthose étaient déformées (plan des axes optiques parallèle à g^1 (010), et que les inclusions gazeuses secondaires étaient très abondantes.

M. Michel Lévy m'a remis un fragment qu'il a recueilli, il y a quelques années, et dans lequel j'ai pu obtenir une plaque montrant le contact du feldspath enclavé et du basalte.

Ce basalte est extrêmement vitreux. De rares grands cristaux d'olivine et d'augite sont disséminés dans un verre brun rouge violacé en lames minces, au milieu desquels s'observent les microlites allongés de labrador et d'augite.

A des distances variables de l'enclave, mais ne dépassant guère 1^{mm}., on voit le verre devenir plus clair, puis absolument incolore; en même temps, les microlites de feldspaths disparaissent. Les microlites d'augite subsistent et même prennent des formes plus nettes.

Quant au feldspath ancien, il se disloque par le procédé habituel (Pl. XXVII, fig. 2); les clivages p (001) et g^1 (010) se produisent sur les bords, donnant naissance à un grand nombre de petits solides rectangulaires qui fondent par leur périphérie et sont ainsi séparés les uns des autres par du verre incolore. Les bords des feldspaths offrent ainsi l'aspect d'un damier très caractéristique. Par places, l'orthose a fondu inégalement, et, dans le verre ainsi produit, on reconnaît des fins linéaments indiquant la présence du minéral en voie de disparition.

En résumé, les modifications subies par l'orthose sont d'ordre purement physique (modification des propriétés optiques, développement d'inclusions gazeuses, fusion partielle). D'autre part, à leur contact, le verre basaltique a été suffisamment modifié pour rendre impossible la cristallisation du feldspath triclinique.

GERGOVIA

M. Vélain a recueilli pendant l'excursion faite par la Société à Gergovia un fragment d'orthose emballé dans le basalte; il offrait des particularités semblables à celles des enclaves de Pardines.

Les basaltes du Puy de Montaudoux (1), près Royat, de Gravenoire, les scories basaltiques de Chuquet Genestoux, près Enval, etc., ren-

(1) M. Jannettaz a récemment publié l'analyse d'une orthose sodique enclavée de ce gisement. *Bull. Soc. Minér.* XIII, 372 (1890).

ferment en grand nombre des enclaves quartzifères dont M. Paul Gautier m'a procuré de nombreux échantillons. Les modifications qu'elles ont subies sont du même ordre que celles qui viennent d'être décrites — fusion des feldspaths, développement d'inclusions secondaires, parfois recristallisation de pyroxène et de feldspath. Les dimensions restreintes de cette note ne me permettent pas de m'étendre davantage sur ce sujet et je renvoie à un mémoire ultérieur pour des suppléments de détail.

Enclaves résorbées. — Un nombre considérable de basaltes de la région qui ne présentent pas d'enclaves macroscopiques renferment cependant des grains de quartz et de feldspath attestant l'existence d'enclaves quartzifères en partie résorbées. En général, les grains de quartz sont entourés d'une zone vitreuse riche en microlites d'augite.

Dans mon mémoire publié dans le Bulletin de la Carte, j'ai figuré une de ces enclaves (fig. 4, page 39) provenant de la coulée du Tartaret, près Murols. On en trouve aussi dans le basalte de Cliegue (Mont-Dore) (1), etc.

PHÉNOMÈNE DE CONTACT DU BASALTE ET DU GRANITE

M. Michel Lévy a bien voulu me remettre un remarquable échantillon qu'il a recueilli sur la route de Saint-Genest à Fontfreide, où il a observé un filon de basalte dans le granite.

Une plaque taillée dans le granite, au contact immédiat du basalte, montre les phénomènes suivants :

Tous les éléments de la roche sont disloqués. On voit que la roche a été soumise à un écrasement puissant. Les grandes plages de feldspath (orthose et oligoclase) sont brisées en nombreux fragments restés en place ou peu déplacés. Les feldspaths sont remplis d'inclusions gazeuses, le mica en partie fondu est remplacé par du spinelle, de la magnétite et un peu de pyroxène. Par places, tous les éléments sont réduits en une sorte de ciment.

Dans cette roche ainsi modifiée, le basalte s'est injecté avec une force suffisante pour remplir des fentes capillaires ayant moins de $\frac{1}{100}$ de millimètre de largeur (Pl. XXVII, fig. 5).

Le basalte a subi pendant cette injection de profondes modifications endomorphes. A l'état normal, ce sont les éléments ferromagnésiens qui dominent, le feldspath microlitique est du labrador. Cette composition se simplifie dans le basalte injecté, le feldspath

(1) Il y a eu dans ce mémoire une interversion dans l'indication des régions où se trouvent Cliegue (Mont-Dore) et le Mont-Suc (Cantal).

s'acidifie (oligoclase); le pyroxène devient rare, l'olivine disparaît. On observe en outre des produits ferrugineux secondaires. Rien n'est plus curieux que de voir dans un grand cristal de feldspath ancien les fissures séparant des fragments disloqués se remplir de micro-lites d'oligoclase, accompagnés de quelques cristaux d'augite. Les bords de la fissure sont souvent garnis d'une frange de feldspath récent ayant même orientation que le feldspath ancien.

RÉSUMÉ

En ce qui concerne les enclaves quartzifères décrites dans cette note, on voit qu'elles n'ont subi en général que des modifications physiques, c'est-à-dire : développement d'inclusions gazeuses dans les feldspaths, déformation des propriétés optiques des feldspaths, puis fusion plus ou moins intense, parfois accompagnée de résorption complète. Il ne reste plus alors dans le basalte que des fragments de quartz ou de feldspath. Dans le cas où l'enclave conserve ses formes, c'est-à-dire dans le cas où sa fusion est incomplète, ou bien la fusion donne naissance à du verre seul, ou bien il y a recristallisation d'un feldspath qui, au contact du basalte, devient plus basique que celui qui se trouve dans l'enclave. Il y a donc eu apport de la part du basalte, ainsi qu'en témoigne du reste la fréquente formation de pyroxène. Le mica donne naissance à du spinelle, de la magnétite et du pyroxène.

Quant au basalte, il ne subit que peu ou pas de modifications endomorphes. Lorsqu'il s'en produit, elles se réduisent (au contact immédiat de l'enclave) à un développement de matière vitreuse plus abondant et à la disparition du feldspath (Pardines).

Si l'on compare les phénomènes qui viennent d'être résumés à ceux que nous avons observés au contact du basalte et d'un granite, on voit qu'ils ne diffèrent qu'en ce que le basalte, dans ce dernier cas, subit des modifications endomorphes consistant en une augmentation de la teneur en silice (transformation du labrador en oligoclase, disparition de l'olivine, rareté du pyroxène). Notons toutefois que ces modifications endomorphes ne se produisent que sur une petite échelle et sont limitées à la portion du magma basaltique injecté *in situ* dans le granite.

En raison de la tendance à la résorption par le basalte des enclaves quartzifères due à la grande différence de teneur en silice de ces deux catégories de roches, les enclaves doivent être recherchées surtout dans les scories de projection ou dans les coulées aux alentours de leur point d'émission.

Note sur les Andésites à hypersthène du Cantal

par M. A. Lacroix.

Au cours d'un travail sur les roches volcaniques à hypersthène des Antilles, que je compte présenter prochainement à la Société géologique, j'ai été frappé de deux faits : d'une part, l'analogie de faciès de quelques-unes de ces roches avec des types connus dans le plateau central de la France, et de l'autre, l'absence d'hypersthène ou tout au moins la non constatation jusqu'à ce jour de la présence de l'hypersthène dans les roches de cette dernière région.

M. Fouqué, ayant bien voulu m'autoriser à étudier les roches volcaniques qu'il a recueillies dans le Cantal, j'ai passé en revue environ six cents préparations de *trachytes*, *andésites* et *labradorites* provenant de gisements différents. Dans dix-neuf d'entre elles, j'ai trouvé de l'hypersthène en quantité suffisante pour faire, des roches qui les renferment, des types pétrographiques distincts. Ce fait est intéressant à rapprocher de la découverte des roches à hypersthène, que M. Michel Lévy vient de faire au Mont-Dore. C'est ce qui m'a engagé à rédiger cette courte note.

Toutes les roches à hypersthène du Cantal sont des *andésites*. Elles peuvent cependant être divisées en trois groupes, suivant que l'hypersthène est accompagné ou non de hornblende, de hornblende et de biotite. Le pyroxène monoclinique est presque toujours présent.

L'hypersthène présente les mêmes caractères dans toutes ces roches. Ses cristaux sont allongés suivant la zone verticale; ils sont d'ordinaire nets, à pointements obtus, quelquefois arrondis. Les clivages h^1 (100), g^1 (010), m (110) existent presque toujours plus ou moins marqués suivant les gisements. La coloration est faible, le polychroïsme se fait dans les teintes vert clair et rougeâtre comme d'ordinaire. La bissectrice est n_p . Le minéral est donc bien de l'hypersthène et non de l'enstatite.

L'hypersthène se distingue facilement du pyroxène qui l'accompagne par son système cristallin rhombique, ses formes nettes, sa biréfringence beaucoup plus faible. Les groupements avec l'augite sont fréquents soit par accollement des deux minéraux, le g^1 (010) de l'hypersthène étant appliqué contre le h^1 (100) de l'augite ou par englobement de l'hypersthène par l'augite. Les mâcles en croix ne sont pas rares. Les inclusions vitreuses à bulle sont d'une grande beauté.

Dans quelques roches, l'hypersthène est brisé transversalement et dans les fentes ainsi produites se développe de la *bastite* qui se propage ensuite suivant les clivages prismatiques.

Nous passerons rapidement en revue les divers types que nous avons rencontrés dans ces andésites à hypersthène.

α) Andésites à hypersthène et augite.

β) Andésites à hypersthène, hornblende et augite.

γ) Andésites à hypersthène, hornblende, biotite et augite.

α) ANDÉSITES A HYPERSTHÈNE ET AUGITE

Gisements : Puy de la Croix (dyke du flanc S.-O). — La Bastide (La roche est exploitée comme tuiles à cheminées). — Haute-Vallée de Saint-Projet (dyke E. S. E. à mi-hauteur sur le flanc E). — Pied du Puy de la Poche (versant nord). Ces roches peuvent être représentées par la formule :

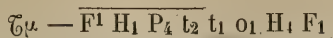


L'augite microlitique est généralement peu abondante et manque même presque complètement dans la roche du Puy de la Poche ; aussi ne peut-on pas considérer ces roches comme des andésites augitiques.

L'andésite du dyke de la vallée de Saint-Projet renferme des ségrégations de labrador englobant de longs cristaux d'hypersthène à formes dentelliformes, rappelant celles de l'hypersthène d'une enclave du Capucin et celles du pyroxène de quelques gneiss pyroxéniques. La magnétite y est aussi fréquente.

Toutes ces roches sont très cristallines ; les microlites d'oligoclase, souvent très allongés, sont parfois distribués en traînées fluidales (Puy de la Poche).

A ce groupe, il faut rattacher une roche provenant de la vallée d'Impradines (au-dessus du dernier buron, versant ouest). Elle est très riche en matière vitreuse brune dans laquelle se détachent avec des formes nettes des microlites allongés d'oligoclase et des microlites rectangulaires raccourcis d'orthose. On observe en outre de la magnétite et de très nombreux microlites ou plutôt cristallites qui, par leurs formes, leurs extinctions longitudinales (lorsqu'on peut constater des traces de biréfringence) semblent devoir être rapportés à l'hypersthène. Les cristaux de la phase intratellurique sont les mêmes que dans la roche précédente. Cette roche est donc une *trachyandésite hypersthénique*. Sa composition se résume par la formule suivante :



Cette roche est très analogue avec quelques-unes de celles des environs de Borjom (Arménie).

Elle renferme des boutonnières tapissées par une chlorite (?) sphérolitique jaune d'une biréfringence d'environ 0,016.

β) ANDÉSITES A HYPERSTHÈNE ET HORNBLÉNDE

Deux groupes peuvent être faits dans ces andésites.

a) Andésites à hypersthène et hornblende non résorbée.

b) Andésite à hypersthène et hornblende résorbée.

a) *Andésite à hypersthène et hornblende non résorbée.* Les trois échantillons que j'ai eus entre les mains proviennent de dykes : ils ont été recueillis dans les localités suivantes : Cime du Bec, cime de Bataillouse, grand dyke du grand ravin après la gare du Lioran, dans la direction de Murat.

Ces trois roches appartiennent au même type, très vitreuses, riches en matière colloïde brunâtre renfermant en grand nombre de petits grains de magnétite et des cristallites d'augite qui forment même de véritables microlites au Lioran. Les microlites d'oligoclase sont très allongés et filiformes.

La hornblende est brune, très polychroïque. Sa biréfringence maximum est d'environ 0,026. J'ai trouvé un peu de biotite dans la roche du Lioran.

La formule générale de ce groupe est :



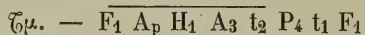
La non résorption de l'amphibole des roches en dykes, comparée à la résorption des roches en coulées, a déjà été mise en lumière au Mont-Dore par M. Michel-Lévy ; elle est très nette également dans la série de roches qui fait l'objet de cette note (il y a cependant lieu de faire exception pour une roche citée plus loin).

b) *Andésites à hypersthène et à hornblende résorbée.*

Ce sont les roches à hypersthène les plus nombreuses. L'amphibole résorbée est semblable à celle des roches précédentes (Puy de Chavaroche, descente S. SE. de Lescuno et à deux kilomètres de Murat sur la route d'Albepierre), ou bien elle appartient à la variété basaltique très biréfringente et très colorée (Lescuno, Piton de la Vacherie des Cabres, près le Lioran, arête sud du plomb du Cantal, Puy Mary, partie moyenne de l'escarpement du Croizet).

Dans le premier groupe à hornblende peu biréfringente, les roches de Lescuno et de la route d'Albepierre sont pauvres en grands cristaux, l'hypersthène s'y transforme en bastite. La structure fluidale des microlites longs et grêles d'oligoclase est très nette. L'apatite avec inclusions brunes y est abondante.

Leur formule est :

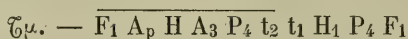


La roche de Chavaroché est plus complexe; les grands cristaux y abondent. La hornblende y est largement résorbée, les macles d'augite et d'hypersthène sont fréquentes. Les microlites d'oligoclase sont mélangés de microlites de labrador qui, par leurs dimensions passent aux grands cristaux.

La roche renferme à la fois des microlites d'augite et d'hypersthène.

Un échantillon a offert en outre des enclaves de grains de quartz parfois entourés de la zone habituelle de microlites d'augite.

Cette roche est représentée par la formule :



Dans le second groupe (à amphibole basaltique très biréfringente), les roches du Puy Mary (noires) et celles de la crête du Plomb du Cantal (gris foncé) sont extrêmement vitreuses.

Celle de Lescuno (carrière Roussel) est violacée; la structure fluidale est nette; les vacuoles de la roche sont remplies de tridymite en cristaux macroscopiques. C'est une andésite augitique. L'hypersthène y est en voie de transformation en bastite. Une plaque renfermait une lamelle de biotite.

L'andésite du Croizet ne diffère de celle de Chavaroché décrite plus haut que par la nature de son amphibole et l'absence de microlites d'hypersthène.

Enfin la roche de la Vacherie des Cabres est à rapporter à ce même type, bien que la matière vitreuse y soit abondante. Les macles par encapuchonnement d'augite et d'hypersthène y sont très fréquentes.

γ) ANDÉSITES A HYPERSTHÈNE, BIOTITE ET AMPHIBOLE

Gisements : Montée de Saint-Martin Valmeroux (dyke), fragment recueilli dans la brèche andésitique de Drugeac, environs de Thiézac (l'échantillon ne porte pas d'indication plus précise).

Le mica de ces roches est la biotite brun rouge très polychroïque à deux axes presque réunis.

L'andésite de St-Martin Valmeroux est extrêmement riche en grands cristaux très polychroïques d'hypersthène; l'augite est rare. Quelques-uns des cristaux de ces bisilicates présentent un phénomène que j'ai déjà observé dans des roches de Santorin et des Antilles: leur périphérie perd sa transparence en lumière naturelle. Quand on l'examine avec un fort grossissement, on voit que cette zone sombre possède la même orientation que le cristal central, mais que le pyroxène y est creusé de cavités sinueuses très nombreuses donnant à cette zone l'apparence d'une fine dentelle rappelant celle des pyroxènes de quelques élogites. Cette apparence doit être attribuée ou bien à un trouble survenu à la fin de la cristallisation du bisilicate ou bien à un commencement de corrosion de ce minéral par le magma qui l'englobe.

L'amphibole appartient à la variété très biréfringente, elle est en voie de résorption, bien que la roche soit en dyke. Ce fait est en contradiction avec ce que nous avons observé plus haut.

Les microlites feldspathiques sont peu nombreux, disséminés dans un verre brun riche en microlites ou plutôt en cristallites d'hypersthène.

La formule de cette roche sera :



La roche de Drugeac a peu de matière vitreuse et pas de bisilicate dans le second temps. L'hypersthène et l'amphibole peu biréfringente sont assez rares.

Quant à l'andésite de Thiézac, elle est à rapporter au type de Chavaroche avec de la biotite en plus et les microlites d'hypersthène en moins.

En résumé, on voit que dans le Cantal les andésites à hypersthène sont une exception, puisque je n'en ai trouvé que dix-neuf parmi plusieurs centaines d'échantillons étudiés; elles s'observent aussi bien en dykes qu'en coulées. Leurs caractères macroscopiques seuls sont impuissants à les faire distinguer des roches sans hypersthène; parmi elles, en effet, on trouve tous les aspects revêtus par les andésites de cette région.

Il faut avoir recours à l'examen microscopique pour y reconnaître le minéral qui en constitue la caractéristique.

EXPLICATION DES PLANCHES

Pl. XXVI.

Fig. 1 et 2. — Enclaves du Capucin. Andésite (fig. 2) passant à la diabase (fig. 1). Légende commune. 7 labrador frangé d'andésine (fig. 1). Les microlites feldspathiques de la fig. 2 sont formés par de l'andésine. 20 pyroxène. Dans la fig. 1, l'élément non numéroté qui moule les feldspaths est formé par du pyroxène. 21 amphibole en voie de résorption. 29 magnétite.

Fig. 3. — Kersantite ou roche gneissique? Enclave du Capucin. 7 labrador, 19 biotite, 27 spinelle et magnétite.

Fig. 4. — Diorite. Enclave du Riveau-Grand. 7 labrador, 20 augite, 21 hornblende. Le minéral noir est constitué par de la magnétite.

Fig. 5. — Enclave granitoïde de l'andésite des Arnats. 7 labrador, 19 biotite, 20 augite, 21 hornblende.

Fig. 6. — Enclave du Capucin. 7 labrador piqué d'orthose de corrosion, 22 hypersthène en cristaux dentelliformes.

Pl. XXVII.

Fig. 1. — Enclave grenue du basalte de Pardines.

8. Anorthite, 20. Pyroxène. Dans l'intervalle de ces deux minéraux, nouvelle formation de verre (B) avec microlites de labrador, de pyroxène et de magnétite et de péridot cristallitique (p.).

Fig. 2. — Orthose, enclavée dans le basalte de Pardines. 3. Orthose en voie de démolition noyé dans une zone vitreuse (V) résultant de sa fusion partielle. A droite, basalte vitreux, les microlites d'augite deviennent de plus en plus rares, à mesure que l'on se rapproche de l'enclave.

Fig. 3. — Enclave de granulite, dans le basalte du lac de Guéry.

A droite en haut, basalte avec grand cristaux d'olivine (23). L'enclave est constituée par de l'orthose (3), de l'oligoclase (6), du quartz (1). Au contact, grands cristaux d'oligoclase (3'), d'orthose recristallisés, englobant des cristaux d'augite (20) qui manquent dans la roche intacte.

Fig. 4. — Enclave de granite dans le basalte de Prudelles. Oligoclase (6) et orthose (3) en partie fondues et recristallisant sur les bords, 6 oligoclase de nouvelle génération en baguettes. 19 mica transformé en un mélange de magnétite et de spinelle, pyroxènes cristallitiques non numérotés (V).

Fig. 5. — Granite au contact du basalte (près Fonfreide).

6. Oligoclase brisée et disloquée et pénétrée par des microlites d'oligoclase et d'augite (rare) (basalte endomorphisé). 3 orthose. 1 quartz. 19 mica en voie de fusion.

Fig. 6. — Enclave de la phonolite de la Malviale. Ph. phonolite.

3. Orthose, 6 oligoclase avec 21 amphibole et 40 sodalite. Ces minéraux sont entourés par un mélange d'amphibole microlitique et d'oligoclase.

Séance du 17 Septembre 1890

PRÉSIDENTE DE M. MICHEL LÉVY

La séance est ouverte à huit heures du soir.

M. GAUTIER, Secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. MICHEL LÉVY rend compte de l'excursion du 14 septembre.

Compte-rendu de l'Excursion du 14 septembre aux environs de Clermont-Ferrand

Partie de Royat à une heure de l'après-midi, la Société consacre d'abord quelques instants à l'examen des grès et arkoses bitumineux de la concession de l'Escourchade. Par exception, le bitume n'est pas ici accompagné de pépérités et il faut rapprocher ce fait des imprégnations analogues que M. Julien a constatées dans le granite voisin, lors du creusement des tranchées du chemin de fer de Tulle.

Le Puy de Chateix montre une bonne coupe du contact des arkoses tongriennes avec le granite porphyroïde sur lequel elles reposent. Les arkoses très fortement relevées plongent vers l'Est de 30 à 45° et il devient visible qu'elles ne peuvent se raccorder sans cassures avec les couches aquitaniennes presque horizontales de la plaine.

Après avoir examiné la lave basaltique sur laquelle est bâti le haut village de Royat, lave qui a coulé du pied du petit Puy-de-Dôme, la Société se dirige vers les différentes carrières ouvertes, sur les flancs de Gravenoire. Ces carrières (1) montrent des lambeaux d'arkoses rubéfiées, recouvertes par des cinérites et par des coulées discontinues de scories basaltiques provenant du cône même de Gravenoire. Les cinérites sont riches en bombes de toutes les tailles et la Société en a trouvé d'assez nombreuses, bien entières.

En descendant de Gravenoire vers Montaudou, on passe sur l'extrémité d'une coulée de basalte des plateaux à grands cristaux de pyroxène et d'olivine, du type dit porphyroïde ; ce basalte ancien provient vraisemblablement du Puy de Charade ; c'est son déman-

(1) C'est dans une de ces carrières que MM. Girod et P. Gautier viennent de signaler la découverte d'un squelette humain (voir page 742).

tèlement qui a fourni les principaux matériaux des alluvions anciennes recouvertes par les laves de Gravenoire. Il est extraordinairement riche en olivine.

Puis on atteint le dyke basaltique du Puy de Montaudou qui perce des grès à ciment calcaire appartenant vraisemblablement à la base de l'aquitainien. C'est une limburgite vitreuse, c'est-à-dire un basalte à peu près dépourvu de feldspath (1), dans lequel l'olivine est en majeure partie transformée en calcite. Les bords du dyke présentent des brèches de contact que nous comparons aux autres gisements de pépérites de la Limagne : des fragments anguleux de basalte, d'arkose, de marne, des grains de quartz et de feldspath sont cimentés par un ciment calcaire et zéolitique ; ces brèches contiennent en outre des fragments décapés de hornblende basaltique.

Le chemin de descente sur la carrière de Montjoli, près Beaumont, côtoie la grande coulée basaltique de Gravenoire qui repose sur des sables rubéfiés et des calcaires portant des traces de cuisson. A la hauteur de la petite colline de Montjoli, le courant de lave se bifurque ; une des branches passe sous Beaumont et près d'Aubière ; l'autre se dirige sur Clermont. M. Michel Lévy pense que ce dernier courant de lave basaltique sort du cratère adventif de Montjoli ; voici une coupe relevée en 1882 dans la carrière de lapilli : on y relève nettement l'existence d'un culot de basalte reposant sur des sables d'alluvion et des calcaires tertiaires et recouvert d'un manteau régulier de projections et de scories.

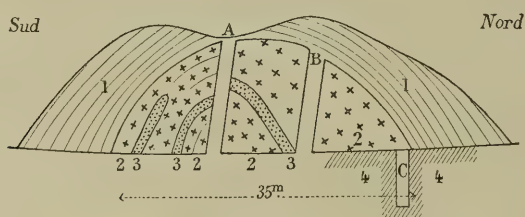


Fig. 64.

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. — Lapilli et cinérites | A. Fente N E |
| 2. — Basalte compacte | B. Fente E O |
| 3. — Sables rubéfiés | C. Puits de 5 mètres dans le calcaire. |
| 4. — Calcaire bréchiforme | |

Actuellement la partie nord du culot basaltique a été totalement enlevée par l'exploitation et l'on ne voit plus au milieu des scories

(1) M. Jannettaz a étudié, dans ce basalte, des fragments d'orthose, certainement arrachés aux arkoses encaissantes. *Bull. Soc. Min.*, 1890.

que la partie sud, qui pénètre sous le sol de la carrière et monte avec une pente de 45° entre les scories et les sables rubéfiés ; c'est probablement le point même de sortie du basalte.

Le courant basaltique venant de Gravenoire a été entaillé sur une grande longueur par la route entre Beaumont à Ceyrat ; on le voit reposer sur des alluvions anciennes composées de gros blocs peu roulés de quartz, de granite et de basalte porphyroïde. M. BOULE rappelle que ces alluvions ont été considérées par M. Julien comme glaciaires, et il signale qu'il y a découvert quelques blocs portant la trace de stries. M. MICHEL LÉVY fait remarquer l'origine toute locale et très limitée des roches contenues dans ces alluvions ; la dômite en est absente. En tout cas le niveau même de ces alluvions, de Beaumont à Aubière, ne permet pas de supposer qu'elles ont rejoint le lit de l'Allier au niveau des alluvions pliocènes de Lempdes ; elles ne peuvent correspondre qu'aux alluvions quaternaires de la vallée principale.

M. Boule présente les observations suivantes :

Les coulées de Beaumont et d'Aubières doivent, à mon avis et pour plusieurs raisons, être considérées comme plus anciennes que celles d'autres volcans de la chaîne des Puys ou celle du Tartaret.

La Société a pu voir, au-delà de Beaumont, sur la route qui conduit à Ceyrat, le basalte reposer sur une formation alluviale qui ne renferme que des roches primitives, granite, granulite, diorite et des cailloux de basalte des plateaux des environs. Par leur composition, ces alluvions sont différentes des alluvions du fond de la Limagne et de la plaine de Sarliève. Sur une certaine étendue, elles présentent quelques caractères des formations glaciaires. Ce fait a été signalé par plusieurs auteurs. Je dois dire que j'ai extrait moi-même, d'une argile à blocs qui surmonte les cailloux roulés, un bloc avec des stries bien nettes, mais ces stries peuvent avoir une autre origine qu'une origine glaciaire et je n'insiste pas. Ce qui est certain, c'est que la coulée se trouve dans une position topographique toute différente de celle que présentent ordinairement les β^4 . Ici la lave a coulé dans un creux, puisqu'il y a un lit d'ancienne rivière à Beaumont et, aujourd'hui, cette coulée forme un véritable plateau, bordé de chaque côté par un vallon assez profond.

La lave de Gravenoire présente sur ce plateau des fentes remplies par une argile dans laquelle M. Pomel a trouvé des ossements de marmotte (*Arctomys Lecoq*, Pomel) de chat sauvage, de renard et

de *Bos primigenius*. La présence de la marmotte suffit pour établir l'âge quaternaire de cette petite faune.

D'après cela, il me semble que la coulée de Gravenoire est d'âge intermédiaire entre les alluvions des hauts niveaux de la Limagne et les alluvions de la plaine de Sarliève. Elle remonte probablement aux premiers temps de l'époque quaternaire que caractérisent, dans le bassin de Paris, l'*Elephas antiquus* et le *Rhinoceros Merckii*.

M. MICHEL LÉVY rend compte de l'excursion du 15 Septembre.

*Compte rendu de l'Excursion du 15 septembre au Puy-de-Dôme
et au Puy Chopine.*

Le granite de la montée de Royat au plateau des Puys est percé par de nombreux filons de granulite et par quelques filons de porphyrite micacée, dont la Société voit plusieurs exemples. Il englobe des enclaves de schistes précambriens, de micaschiste à graphite (premier pont de la route après Royat), de gneiss à cordiérite. C'est en 1883 (1) que M. Michel Lévy a signalé pour la première fois l'existence d'une vaste région de gneiss à cordiérite entre le Cressigny, Durtol et Ternant. MM. Gonnard et Paul Gautier montrèrent à la Société dans les débris provenant des fouilles des sources de Marpon, de superbes échantillons de gneiss à cordiérite et à grenat qui ont fait partie d'une enclave gneissique englobée dans le granite.

Dans les tranchées profondes de la route, le granite montre de beaux exemples de fissures perlitiques de retrait, reproduisant en grand la structure micro-perlitique des roches vitreuses volcaniques. M. Michel Lévy fait remarquer que ce retrait explique la formation des boules isolées de granite qui sèment les sommets voisins. Un grand nombre de roches présentent les mêmes fissures perlitiques de retrait en grand; M. Michel Lévy les cite comme tout-à-fait régulières et fort belles dans les diabases (ophites) entre Saint-Jean-Pied-de-Port et Caro; la roche se divise d'abord en grands parallélipipèdes; puis des cassures en enroulements concentriques se logent tangentiellement dans chacun des parallélipipèdes, et la décomposition en arènes ou en argiles s'effectue d'abord le long de ces diverses fractures qui servent de canaux aux eaux d'infiltration.

(1) *Bull. Soc. Min. de France*, 1883, t. VI, page 329. Voir également la carte au 80.000 de Clermont-Ferrand, 1887.

Les angles des parallépipèdes tombent les premiers en décomposition et les boules, servant de centre aux enroulements perlitiques, se dégagent, souvent encore intacts.

La Société visite, au pied du Puy-de-Dôme, une petite carrière de projections acides, jadis exploitées pour la verrerie ; puis elle s'élève le long du chemin en lacets qui permet d'examiner les nombreuses variétés de trachyte dont se compose la montagne.

Après avoir visité les ruines du temple romain et l'observatoire météorologique, après avoir admiré le panorama grandiose que l'on découvre de la plate-forme de l'observatoire, la Société descend au Nid de la Poule, cratère basaltique, dont les projections sont venues recouvrir le versant septentrional du Puy-de-Dôme. Puis une partie de la Société fait l'ascension du double cône du Pariou, tandis que l'autre partie se dirige vers la Font-du-Berger, en traversant la plaine cinéritique qui sert de polygone, et en croisant les laves andésitiques qui sont sorties du pied du Pariou.

L'après-midi est consacrée à l'étude et à l'ascension du Puy Chopine, dont Poulett-Scrope a donné une description si exacte et si détaillée. M. MICHEL LÉVY montre que le premier sommet du Chopine est entièrement composé de schistes micacés et maclifères précambriens (pétrosilex de Poulett-Scrope). Ces schistes sont percés et métamorphisés par le granite à amphibole qui constitue la pente méridionale de la montagne. La Société se rallie à l'hypothèse qui consiste à présenter le Puy Chopine comme formé d'un lambeau de terrains anciens surélevé par un dyke de dômite.

Le retour à Clermont s'effectue par le Cressigny, où le gneiss à cordiérite affleure sous les andésites, et par le plateau de Prudelles, où M. Gonnard montre à la Société les nombreuses vacuoles zéolitiques du basalte pliocène.

M. MICHEL LÉVY rend compte de l'excursion du 16 septembre :

Compte-rendu de l'Excursion du 16 septembre à Gergovie et Veyre-Monton.

La Société se rend à Gergovie par la route de Romagnat et Opme. A la hauteur de Montrognon, elle examine les pépérites du piton sur lequel s'élève la croix dite de Romagnat. L'examen microscopique y décèle l'existence de fragments de basalte scoriacé et vitreux, de hornblende brune, de mica noir rare, d'augite brun, de quartz, de calcaires variés, parfois fossilifères (*Bithynies*), recimentés par un ciment calcaire.

En abordant la question des pépérites, M. MICHEL LÉVY en fait ressortir les grandes difficultés : sont-ce des brèches intrusives ou des projections généralement remaniées par les eaux ; à quel âge faut-il rapporter leur production ou tout au moins le commencement du phénomène qui leur a donné naissance ? Pour M. Michel Lévy, ces diverses questions n'ont pas encore été l'objet de réponses entièrement satisfaisantes.

M. Boule estime que le faciès des pépérites de la croix de Romagnat est un peu différent de celui des pépérites de Gergovie et il incline à penser qu'il s'agit bien ici de projections qui se seraient accumulées, à l'époque pliocène, dans les vallons déjà creusés, tandis qu'à Gergovie les phénomènes intrusifs paraissent au contraire prédominer.

M. Michel Lévy n'estime pas qu'il y ait une différence pétrographique très marquée entre les diverses espèces de pépérites de la Limagne ; le fait dominant y est l'existence de minéraux de profondeur, hornblende basaltique non résorbée, mica noir, juxtaposés à des fragments aigus, jamais roulés, de basalte vitreux, scoriacé, contenant également de la hornblende intacte et, dans le verre brun, (tachylite) en excès, des cristallites de fer oxydulé et de mica noir.

La Société se rend ensuite, par le chemin du plateau de Gergovie, aux ravins situés au nord-est de Merdogne. En descendant, elle croise successivement au moins trois coulées supérieures de basalte, reposant sur les marnes et argiles verdâtres à *Melania Aquitanica*. C'est dans les calcaires à *Helix Ramondi* qu'apparaît une traînée de basalte scoriacé en arc de cercle, se reliant vers l'Est avec un dyke vertical de même nature, et s'abaissant vers l'Ouest jusqu'au niveau du chemin de Merdogne.

Au-dessous de ce même chemin, la Société a vu l'extrémité de la coulée inférieure de basalte compacte qui se développe dans la direction de Merdogne et qui est exploitée en carrière non loin de ce village.

Les pépérites commencent avec la coulée scoriacée médiane, et s'étendent bien au-dessous de la coulée compacte inférieure, jusqu'au niveau des calcaires à *limnées* et *planorbes*. Tantôt ces brèches à fragments de scories basaltiques paraissent régulièrement interstratifiées ; elles alternent avec des couches de marnes feuilletées dans lesquelles MM. Barrois et Mouret ont trouvé des écailles de poisson. Tantôt elles affectent une allure intrusive ou tout au moins très transgressive par rapport aux couches calcaires intactes ; un bel exemple de ces intrusions se montre à la croisée du chemin de Merdogne avec un chemin montant, au-dessus de la carrière de

basalte inférieur. On voit également en ce même point une digitation intrusive du basalte pénétrer dans le calcaire à *phryganes* qui paraît à son toit, et le cuire sur plusieurs centimètres d'épaisseur, de telle sorte que ce calcaire est prismé perpendiculairement à la surface de contact.

Au dessus du grand ravin, les pépérîtes sont percées par quelques filons minces N E de basalte compacte ; le flanc nord du grand ravin montre, au contact de la coulée scoriacée, sous le chemin, un grand dérangement des couches calcaires et des pépérîtes qui perdent leur horizontalité et prennent des pendages variés dépassant 45°.

Tels sont les faits dans toute leur complexité : la Société a été unanime pour reconnaître que les coulées inférieure et moyenne de basalte paraissent intrusives, conformément à l'opinion soutenue par M. Pomel et adoptée par M. Fouqué. Sur la nature du phénomène pépéritique, les opinions ont été plus partagées : MM. BERTRAND, BOULE, PAUL GAUTIER sont frappés de la liaison de certaines pépérîtes avec les phénomènes filonniers. M. GOSSELET pense qu'elles sont réellement interstratifiées et de l'âge des couches calcaires et marneuses entre lesquelles on les rencontre. M. PAUL GAUTIER signale plusieurs coupes instructives qu'il a récemment relevées dans le Puy de Mur et fait à ce sujet une communication qu'on trouvera à la suite du compte-rendu de la course de ce jour. M. MICHEL LÉVY signale que les différentes espèces de basaltes rencontrées à Gergovie répondent toutes à la formule :

$$\zeta_{\mu}. - \overline{F_1 O P_1 t_2 F_1}.$$

Ce sont des basaltes d'un type banal ; les variétés scoriacées et intrusives sont généralement très vitreuses ; elles contiennent des cristallites ferrugineux et de mica noir auxquels il a déjà fait allusion. Il se réserve, après l'étude que la Société doit faire des Puits de la Piquette et de Marman, de présenter quelques observations générales au sujet des pépérîtes.

Au-dessus de Merdogne, à un niveau supérieur à celui des calcaires à *phryganes* de la croisée des chemins, on trouve une série d'alternances de tufs calcaires avec empreintes de plantes et des pépérîtes avec ménilites et silex résinites ; puis enfin, sous les basaltes du plateau, des argiles vertes avec grains de quartz et de feldspath adulaire, contiennent des fragments abondants de *Melanopsis* et d'*Helix*.

La Société se dirige ensuite vers le Puy de la Piquette. Il se compose de deux buttes pépéritiques alignées NO-SE et faisant

suite avec évidence à un filon de basalte compacte que l'on voit, à l'Ouest et dans les talus de la route de Saint-Amand-Tallende, couper verticalement les couches horizontales à *limnées* et *planorbes*. Ce filon n'a que quelques mètres d'épaisseur; mais en même temps que les pépérites apparaissent, il se ramifie en nombreuses veinules plus minces, d'apparence bréchiforme.

En outre, la stratification apparente des couches pépéritiques devient verticale. Lecoq y signale (1) des fragments de bois charbonné fossile, pénétré de mésotype, et des débris de calcaire à *phryganes*; les tubes des fourreaux de phryganes contiennent des faisceaux de mésotype aciculaire qui prouvent, tout au moins au Puy de la Piquette, la postériorité de formation des zéolites au calcaire à *phryganes*.

D'autre part M. Julien (2) aurait recueilli à Gergovie des scories basaltiques, pourvues de belles houppes d'aragonite radiée, dont les cavités extérieures étaient remplies de paludines.

M. Gonnard (3) a donné une description détaillée des nombreuses zéolites des pépérites du Puy de la Piquette : Lecoq et Bouillet ont les premiers cité la mésotype ; Lannoy ou de Laizer ont signalé l'apophyllite ; M. Gonnard y a découvert l'analcime, de petites lamelles de feldspath, du diallage vert foncé et du mica bronzé. La stilbite authentique n'existe pas en Auvergne.

Au reste, Poulett-Scrope (4), tout en signalant l'analogie des pépérites d'Auvergne avec celles du Vicentin, avait déjà insisté sur l'auréole de minéraux qui les accompagnent, mésotype, stilbite, aragonite, calcédoine et calcite à formes variées.

La Société fait ensuite l'ascension de Veyre-Monton et examine le conglomérat glaciaire qui domine ce chef-lieu de canton; on peut y recueillir toutes les variétés de roches volcaniques du Mont-Dore. Il est intéressant de constater que le niveau, auquel apparaît ce lambeau pliocène, est à peu près celui auquel aboutirait la coulée basaltique de la Serre, prolongée au-delà du Crest.

La fin de la course comporte l'étude du Puy de Marman; la Société longe d'abord le flanc méridional de ce dyke basaltique, et constate qu'il est entièrement composé de couches de pépérites, alternant avec des marnes verdâtres et des calcaires. Lecoq y signale des *Helix* et des *Paludines*. Les couches sont fortement relevées et, au contact du basalte compacte, au bout oriental de l'éperon, elles se

(1) *Les époques géologiques de l'Auvergne*, IV, 36.

(2) Dans la 2^me édition du *Traité de géologie* de M. de Lapparent, page 1332.

(3) *Bull. soc. min.*, 1886, X, 296.

(4) *Volcans de la France centrale*, 2^me édition, page 19.

montrent verticales. Le flanc septentrional du Puy est surtout composé d'un dyke de basalte que l'on peut suivre jusqu'au pied de la Montagne, et qui se dirige O.NO.-E.SE. Il est connu pour les belles géodes de mésotype qu'il contient.

A propos de ces géodes et de la pâte si souvent zéolitique des pépérites et des brèches calcaires voisines, M. GONNARD présente les observations suivantes : si l'on examine à Marman la masse de basalte enveloppant une géode de mésotype, on voit au voisinage le basalte prendre l'aspect d'une pépérite ; ce n'est pas une enclave, c'est bien une altération du basalte qui prend l'aspect d'un tuf basaltique ; l'eau contenue dans la roche, au moment de sa sortie, a tout à la fois produit le vide de la géode par sa force élastique et, en se condensant, a dissous une partie des éléments de la roche pour produire la mésotype, l'analcime, la calcite, l'aragonite qu'on y observe. Il semblerait qu'à un poids donné de basalte altéré correspond un poids connexe de zéolite, calcite, etc. Il ne paraît pas que le phénomène soit postérieur et dû à une imbibition ultérieure de la roche par des eaux thermales et il faut rapporter à une cause également immédiate le développement d'un ciment zéolitique dans les pépérites telles que celles du Puy de la Piquette, du Puy de Mur, etc. La théorie qui consiste à considérer les pépérites comme provenant de pluies de cendres expliquerait d'ailleurs assez mal l'existence de blocs calcaires arrondis renfermant de l'apophyllite et de la mésotype, tandis que la pépérite encaissante renferme de l'analcime et aussi de la mésotype.

M. MICHEL LÉVY résume, ainsi qu'il suit, les observations relatives au gisement et à l'âge des pépérites ; deux opinions sont en présence, l'une principalement représentée par M. Julien, veut y voir le résultat de pluies de cendres et de scories dans les étangs et les marais contemporains du calcaire à *phryganes*. L'autre école en fait des brèches filoniennes et intrusives, postérieures au dépôt des couches miocènes de la Limagne et vraisemblablement contemporaines des nombreuses éruptions basaltiques pliocènes dont l'étude du Mont-Dore et même celle de la Limagne ont permis de révéler l'existence indubitable. Ce serait à proprement parler les bouches et les abords des cratères démantelés du basalte des plateaux.

Les arguments de la première école sont peu nombreux, mais d'une valeur réelle : ils consistent à faire ressortir l'interstratification apparente sur de grandes étendues, de certains bancs de pépérite ; l'existence de fragments aigus de scories basaltiques dans des lits calcaires en apparence non remaniés et fossilifères ; enfin le gisement de certaines coquilles intactes dans des conditions telles

qu'elles semblent postérieures aux cavités des scories ou même aux produits secondaires (aragonite) qui ont accompagné la pluie de cendres dans les flaques d'eau aquitaniennes.

Les arguments opposés sont plus nombreux, d'ordre plus général; ils paraissent bien démontrer que la majeure partie des pépérites est postérieure aux couches dans lesquelles on les trouve. Mais ils sont impuissants à prouver que ce fait ne souffre pas quelques exceptions.

1° Les brèches pépéritiques sont loin d'être toujours interstratifiées; elles présentent souvent des apparences intrusives.

2° Elles sont en liaison intime et constante avec des dykes, des filons, ou des coulées intrusives de basaltes qui, tantôt les percent, tantôt paraissent seuls en profondeur, de telle sorte que les pépérites semblent les chapeaux, les têtes de ces filons.

2° Le plus souvent, la production des brèches pépéritiques coïncide avec un dérangement notable dans l'allure des couches voisines; ce dérangement est frappant dans un bassin aussi réglé que celui de la Limagne; souvent les couches deviennent verticales et de plus on trouve, côte à côte, au milieu des pépérites redressées, des fragments calcaire d'âge différent.

4° Les gisements de bitume sont cantonnés, presque toujours, dans les pépérites. M. Gonnard a déjà fait ressortir la liaison de cause à effet entre les pépérites et la formation des principales zéolites.

5° Si la majeure partie des pépérites datait de la fin de l'Aquitainien, il serait surprenant qu'on ne trouvât aucune coulée de basalte compacte datant de cette époque. Or, c'est bien là le fait frappant, inéluctable, qu'il faut constater. Autant il est commun de trouver les pépérites en relation avec des dykes ou des filons minces de basalte, autant il est rare de pouvoir seulement discuter l'âge aquitainien d'une coulée de basalte. Nous avons déjà vu qu'à Gergovie, les coulées inférieures sont incontestablement intrusives; l'immense majorité des coulées de basalte de la Limagne est franchement postérieure à toutes les strates tertiaires du bassin, y compris les sables que nous avons rapportés, près de Clermont, au Miocène supérieur. Plusieurs de ces coulées sont même postérieures aux dislocations subies par ce bassin; l'une d'elles, près de la Chaux-Montgros, vient nettement recouvrir le phonolite dont nous ne connaissons au Mont-Dore et au Puy que des représentants pliocènes.

6° Enfin le phénomène pépéritique se produit à tous les niveaux, et dès qu'un filon de basalte aboutit en hauteur dans un terrain

meuble ou peu cohérent. Nous connaissons des pépérîtes dans les arkoses tongriennes au-dessous de la Tour de Boulade; nous en connaissons même dans les arènes granitiques à l'Ouest d'Isserteaux, près du Hameau de Rocherie, en relation avec un filon N.E. de basalte; ces pépérîtes contiennent de la hornblende, comme celles de la Limagne.

En terminant cette longue énumération des faits qui, juxtaposés, rendent si difficile la solution de la question des pépérîtes, M. Michel Lévy conclut, comme il avait commencé, en déclarant que la question n'est pas encore définitivement résolue et qu'il est prudent de ne pas émettre à son sujet d'opinion trop tranchée: s'il fallait absolument hasarder une hypothèse, il la chercherait dans la perte brusque d'eau et de vapeurs que les filons de basalte ont dû subir en aboutissant dans des terrains meubles.

Mais il faut s'empressez d'ajouter qu'il n'existe aucune difficulté théorique empêchant d'admettre l'existence d'éruptions basaltiques aquitaniennes. Il est seulement nécessaire d'en trouver les traces incontestables dans la Limagne.

M. PAUL GAUTIER fait la communication suivante :

Observations sur les Pépérîtes du Puy de Mur (département du Puy-de-Dôme),

par M. Paul Gautier.

Pendant l'été de 1890, j'ai recueilli de nombreuses observations sur les Pépérîtes des environs de Pont-du-Château et plus particulièrement dans le massif du Puy de Mur qui s'élève au bord de l'Allier, en face de cette petite ville.

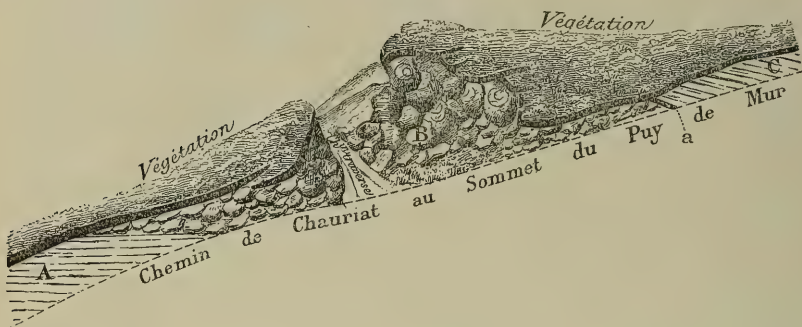
Une des coupes relevées sur le flanc Est de ce Puy, près du village de Chauriat, montre si clairement les relations des Pépérîtes et du terrain tertiaire, qu'il m'a paru utile d'en faire une note spéciale.

Cette coupe a été prise dans un chemin creux qui conduit du village de Chauriat au sommet du Puy de Mur. Elle débute à sa partie inférieure et la plus rapprochée du village par des marnes lacustres caractérisées par de nombreux fossiles, Limnées, Planorbes, Helix et principalement par *H. Ramondi* très net et très abondant (A. fig. 63). Ces couches sont horizontales et ne présentent ni dérangement, ni discordance dans leur stratification.

A la hauteur de la cote d'altitude 480, elles sont recouvertes par

des Pépérîtes, puis s'arrêtent brusquement en face d'un gros massif de cette roche qui forme en ce point un éperon coupé en muraille verticale au-dessus de l'intersection de deux chemins, dont l'encaissement très profond a entamé le pied de cet escarpement (B fig. 63).

Fig. 63.



Ces Pépérîtes offrent un remarquable exemple de structure perlitique. Les sphéroïdes qui résultent de ce phénomène d'altération montrent à l'intérieur une roche bleue noirâtre entourée de zones concentriques passant, de dedans en dehors, par les teintes grises, verdâtres, brunes et jaunes suivant leur degré d'éloignement du centre du sphéroïde.

Les délits qui en résultent, donnent un sable argileux de couleur ocreuse, dans lequel il n'est pas rare de trouver des fragments de calcaire, de grès, d'argile, de basalte très noir et de roches anciennes. Ces débris se retrouvent également dans les parties saines des sphéroïdes ou font saillies à l'extérieur de certains d'entre eux. Ils n'ont jamais de place déterminée ou de disposition en lits parallèles provenant d'un triage par ordre de grosseur ou de densité. Ce sont là des enclaves bien déterminées qui ont subi fortement l'influence de la roche encaissante. Leur surface est toujours très altérée, s'effrite facilement à l'air, ou tombe même en poussière sous la simple pression des doigts. Dans les enclaves de petites dimensions, d'argile ou de calcaire, la partie centrale est dure et cristalline ; au contraire, dans certains blocs volumineux, la roche a gardé un milieu sain entouré de séries d'auréoles concentriques dont les plus internes sont cristallines et celles plus extérieures, altérées et friables ou craquelées.

La masse des pépérîtes, dans laquelle on ne peut distinguer aucune trace de stratification, est constituée par des grains de basalte nombreux associés à des fragments très ténus de quartz, de felds-

path, etc., noyés dans une pâte fine qui donne à l'ensemble un aspect bréchiforme très marqué.

En se dirigeant toujours vers l'ouest, on remarque que les pépérites n'offrent plus de sphéroïdes aussi volumineux, mais deviennent de plus en plus altérées, prennent une teinte plus jaune, traversée de bandes brunâtres et finalement s'arrêtent contre les couches de marnes tertiaires inclinées vers l'Ouest sous un angle de 20° et qui semblent avoir été soulevées par la sortie de ces pépérites qu'elles recouvrent très nettement.

Cette hypothèse, du reste, n'est pas sans fondement, car en examinant attentivement le contact des deux roches, rendu d'ailleurs très visible et palpable par la tranchée du chemin, on voit que la couche des marnes tertiaires qui repose directement sur les pépérites, est absolument métamorphosée et transformée, sur une épaisseur de 10 à 15 centimètres, en une sorte de marbre ocreux (1) dont la partie inférieure est divisée en fragments tordus entre les interstices desquels ont pénétré les pépérites (a fig. 65). Il y a donc bien eu là une action exercée par les pépérites sur les marnes qui les recouvrent, car les couches supérieures sont restées saines et les fossiles nombreux qu'on y rencontre (2) n'ont subi aucune altération.

Le reste de la coupe se poursuit dans les marnes tertiaires dont les bancs réguliers, disparaissant graduellement sous la terre végétale, semblent revenir peu à peu à leur horizontalité primitive. (c. fig. 65.)

En résumé nous trouvons dans l'étude de ce point intéressant du massif éminemment pépéritique du Puy de Mur et en partant de la base :

1° Des couches marneuses *horizontales*, régulièrement stratifiées et parfaitement en place, appartenant à la zone à *Helix Ramondi* du terrain aquitainien de l'Auvergne.

2° Des roches basaltiques désignées sous le nom de Pépérites, essentiellement fragmentaires, enfermant dans leur masse de nombreux débris de roches altérées, empruntées aux terrains tertiaire ou anciens, ainsi qu'aux filons granitiques et reposant directement sur les marnes précitées.

(1) Ce marbre, traité par l'acide chlorhydrique, donne un résidu abondant d'argile, de grains de quartz et de paillettes de mica blanc.

(2) On y trouve des Linnées, Planorbis, Helix, Pupa, Clausilies, etc.; plus une flore dont les empreintes nombreuses, contenues dans une argile jaunâtre, semblent, par leur position stratigraphique, correspondre à deux autres gisements que j'ai découverts l'un au sommet de Chanturgues sous les sables qui supportent le basalte; l'autre à l'ouest de Montrognon, près du basalte terminal.

3° Des marnes tertiaires redressées sous un angle de 20° environ, altérées par le contact de ces Pépérîtes qu'elles recouvrent, contenant les mêmes fossiles (*H. Ramondi*) que les marnes inférieures qui supportent les mêmes Pépérîtes.

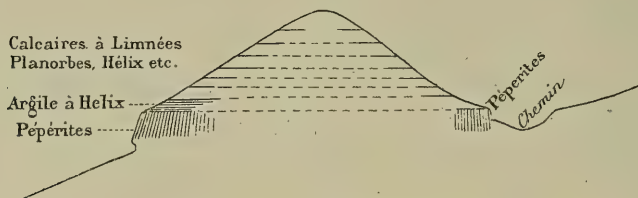
Or, comme ces Pépérîtes ont eu assez de force pour disloquer les couches du terrain tertiaire et une température assez élevée pour les altérer dans leur masse, il nous semble qu'on peut, de ces observations directes, recueillies avec soin sur le terrain, tirer les conclusions suivantes :

I. Les Pépérîtes du point observé sont *éruptives*.

II. Leur époque de sortie est *postérieure* au dépôt des couches à *Helix Ramondi*, qui forment le dernier terme du terrain aquitainien dans la Limagne d'Auvergne.

Note. — A peu de distance et au Sud-Ouest de ce point éruptif de Pépérîtes se trouve un mamelon sur lequel j'ai relevé la coupe suivante :

Fig. 66.



Il n'y a d'après ce profil aucun doute à émettre sur la position relative des marnes tertiaires et des pépérîtes. Je donnerai ultérieurement une étude détaillée de ce point intéressant.

M. GONNARD fait la communication suivante :

Note sur les Zéolites des Basaltes et Pépérîtes du Puy de Dôme,

par M. Ferdinand Gonnard.

Le groupe important des zéolites est représenté dans le Puy-de-Dôme par les espèces suivantes : la mésotype, l'analcime, la chabasie (phacolite), la thomsonite (mésote), l'apophyllite, la christianite et l'osfrétite.

La *mésotype* est dans le Puy-de-Dôme la zéolite classique; les gisements en sont nombreux. Le plus célèbre est le puy de Marman,

dont le basalte a fourni de magnifiques géodes. La mésotype y est associée rarement à l'analcime, à la calcite en rhomboèdres inverses ou en sphéroïdes et à l'aragonite. J'ai eu occasion de trouver sur des échantillons de cette mésotype altérée des cristaux de christianite et de phacolite. La mésotype de Marman offre les formes $mh^1 b^{1/2}$ et $mb^{1/6} b^{1/2}$; je n'ai rencontré qu'une fois la face $b^{1/6}$. Un second gisement également remarquable est celui de la Tour de Gevillat, désignée aussi sous le nom de Tour de Boulade; il est situé sur la rive droite de l'Allier, en face d'Issoire. La mésotype qu'on trouve dans le basalte de ce gisement présente un aspect nacré, analogue à celui de la cérusite; une combinaison fréquente est la suivante : $mh^1 g^1 b^{1/2}$. En troisième lieu, on peut citer le petit puy de la Piquette, au Nord-Ouest de Monton et en face le village du Crest. La pépérite de ce puy englobe des masses arrondies de calcaire à phryganes, où l'on observe des fascicules de cristaux de mésotype associés à de l'apophyllite; elle englobe aussi des bois carbonisés que pénètre encore une mésotype fibreuse. Un quatrième gisement fort intéressant est celui du minuscule puy de la Poix, aujourd'hui à peu près nivelé. La mésotype, découverte par A. Julien, s'est développée dans les fissures de la pépérite bitumineuse en druses, où cette zéolite est associée à de petits cristaux de calcite, qui, de même qu'à Marman, ont la forme de rhomboèdres inverses; il s'y trouve aussi de petits cristaux de gypse, de la calcédoine, et une giobertite remarquable par sa cristallisation en petits rhomboèdres basés, aux angles arrondis. Il faut citer encore, comme gisement du même genre, la pépérite de la rive gauche de l'Allier, entre Dallet et Cournon; la mésotype est le ciment de ce tuf. Le basalte de Peyreneyre (pierre noire), près de Saint-Amant-Tallende, a offert parfois de très belles géodes de mésotype; il est, comme celui de Marman, criblé de petits nodules zéolitiques sur certains points. Celui de Saint-Babel renferme également des masses fibreuses d'un certain volume. Enfin, pour achever la nomenclature des principaux gisements de cette espèce minérale dans le Puy-de-Dôme, il faut mentionner le basalte de Perrier, où M. Munier-Chalmas a récemment découvert une mésotype aciculaire et sphérolitique associée à de beaux cristaux de phacolite et de christianite étudiés par M. Michel Lévy.

Bouillet a cité, sur l'autorité de Fournet, de la mésotype aciculaire dans le labradorite augitique de Côme et de Louchadières, au-dessous de Péchadoire, près de Pontgibaud. C'est là une erreur que j'ai constatée sur les échantillons même de Fournet, à la Faculté des Sciences de Lyon; et, en réalité, il s'agit ici d'aragonite. Fournet

avait cru pouvoir baser sur cette seule observation erronée une théorie de la zéolitification par l'eau froide dans les laves.

Les auteurs (Dufrénoy, entr'autres) ont admis, d'après une ancienne analyse de Guillemin (*Journal des Mines*, 1826), analyse donnée sans aucune indication précise de gisement, l'existence de la scolésite dans les basaltes des environs de Clermont. J'ai moi-même reproduit ce fait dans un mémoire sur les zéolites du Puy-de-Dôme; mais, je pense qu'il ne faut l'accepter que sous bénéfice d'inventaire. Les analyses de mésotype de Marman et de la Tour-de-Gevillat, que j'ai eu occasion de faire, pas plus que les essais microchimiques de M. Michel-Lévy sur la même espèce de Perrier, n'en autorisent l'admission. Il en est de même pour la mésolite. Aussi, n'ai-je pas cru devoir inscrire ces deux zéolites dans le présent catalogue des zéolites du Puy-de-Dôme.

Pour terminer cette revue critique, je dois encore parler des mésotypes du Forez. Certains basaltes compactes, exploités pour l'entretien de la route de Montbrison à Saint-Anthème, en contiennent quelques géodes, où cette espèce est associée à la christianite, à la thomsonite, à la calcite et à l'aragonite. Mais elle a été citée inexactement par Gruner dans le basalte altéré du Mont Simiouze (Semiol, sur la carte d'Etat-Major); la mésotype ne s'y rencontre pas; c'est la christianite qui est la zéolite dominante de ce gisement, où elle est accompagnée de chabasie et d'une autre espèce, l'offrétite, dont je parlerai ci-après.

L'*analcime* est fort rare dans les basaltes, pépérites ou autres roches du département. Elle a été signalée dans le phonolite de la Tuillière par Constant Prévost. Précédemment, elle avait été indiquée par de Kleinschrod dans la wacke bitumineuse de Pont-du-Château. Elle accompagne fort rarement la mésotype de Marman et de la Tour-de-Gevillat. Je l'ai rencontrée dans la pépérite du puy de la Piquette en cristaux laiteux, très petits, associés à la mésotype; et enfin, pendant l'excursion de la Société à Gergovia, je l'ai observée, près du village de Merdogne, en cristaux limpides dans le basalte de la carrière située à l'entrée même du village, basalte qui, pour le rappeler en passant, offre de remarquables exemples de perlitisme.

Chabasie. — Ainsi que je l'indique précédemment, j'ai accidentellement observé la variété, désignée sous le nom de phacolite, sur une mésotype altérée de Marman. Je l'ai, plus tard, retrouvée très abondante dans une dolérite amygdalaire du plateau de la Chaux-de-Bergonne. M. Michel Lévy a fait l'étude de la belle variété du basalte de Perrier, qui présente la forme $pe^1 b^2$. J'ai,

de mon côté, trouvé dans le basalte du Simiouze des cristaux de chabasie maclés suivant *p*, macle assez peu commune. La chabasie avait été citée au Puy de Montaudou par l'abbé Lacoste; à cette indication, rectifiée par l'auteur même dans les errata de ses livres, a été substituée celle de l'existence de la stilbite; mais la seconde n'est pas plus juste que la première. La soi-disant stilbite, d'après les échantillons des collections locales que j'ai vus, ou ceux que j'ai recueillis in situ, n'est autre qu'une calcite plus ou moins magnésienne et ferrugineuse, en petits rhomboèdres contournés, à éclat nacré. La même erreur a été commise à propos d'échantillons semblables de calcite du Puy de Marman; la stilbite n'a pas été, à ma connaissance, rencontrée, ni dans les basaltes, ni dans les calcaires d'eau douce du Puy-de-Dôme, et la collection Lecoq possède des échantillons où l'on peut constater cette erreur, que les auteurs ont ensuite propagée (Voir le mémoire de M. Daubrée sur les zéolites de Plombières.)

Thomsonite. — J'ai rencontré accidentellement quelques aiguilles de cette zéolite dans le basalte de Verrières (Forez). M. Des Cloizeaux en a fait l'examen optique. Cette thomsonite offre des cristaux terminés, fasciculés ou sphérolitiques, accompagnés de christianite, de mésotype et de calcite, ainsi que d'une substance amorphe, verdâtre ou bleuâtre, qui semble le résidu de la cristallisation de ces hydrosilicates et dans laquelle les cristaux sont empâtés partiellement. La variété globulaire de thomsonite, que l'on nomme mésole, est abondante dans la dolérite amygdalaire de la Chaux-de-Bergonne, où elle s'associe à la christianite, à la phacolite et à une autre zéolite, que je crois pouvoir rapporter à la gismondine. Toutefois, n'ayant pu faire d'essais à ce sujet, je ne hasarde cette mention qu'avec une certaine réserve. Le mésole de la Chaux-de-Bergonne a été analysé par M. Pisani. J'ai observé également cette variété de thomsonite dans le basalte de Prudelles, en petits globules, sur une christianite limpide. Peut-être la mésolite dont j'ai fait connaître l'existence dans un basalte bulleux du Puy de la Velle, près de Champeix, doit-elle être rapportée au mésole?

L'apophyllite est réunie ici aux zéolites, bien que certains minéralogistes n'acceptent pas l'introduction de cette espèce dans le groupe. Le seul gisement connu pendant longtemps, dans le Puy-de-Dôme, a été le Puy de la Piquette. L'apophyllite s'est formée par voie métamorphique, soit dans le calcaire à phryganes englobé dans la pépérite de ce puy, soit même dans les tubes des phryganes; les cristaux, laiteux ou translucides, rappellent l'albine de Marienberg. Les anciennes collections renferment des échantillons de ce

minéral désigné sous le nom de scolésite pyramidée vitreuse ; elle a été également prise pour de la stilbite, erreur qu'on remarque dans certains auteurs. J'ai, il y a quelques années, découvert cette espèce dans le basalte de Prudelles, où elle semble d'ailleurs assez rare ; elle y constitue, au voisinage des géodes de christianite, de jolies druses de cristaux limpides, en prismes à peine modifiés par les troncatures de l'octaèdre quadratique.

Christianite. — Cette zéolite, inconnue dans le Plateau-Central, il y a une quinzaine d'années environ, est pourtant la plus répandue, sinon la plus abondante sur un seul point, dans les laves anciennes du Puy-de-Dôme. C'est ainsi que, l'ayant d'abord observée à Marman sur une mésotype altérée, à laquelle elle semblait avoir emprunté une partie de ses éléments constitutifs, je l'ai retrouvée ensuite dans les dolérites vacuolaires de la chaux de Bergonne, dans les basaltes altérés du puy de la Velle, dans le basalte compacte du cap de Prudelles à Gergovia, etc. Mais les gisements les plus remarquables sont ceux que j'ai signalés dans le Forez, c'est-à-dire les basaltes compacts de Verrières et les basaltes altérés et très bulleux du Simiouse, et celui tout récemment étudié par M. Michel Lévy, je veux parler du basalte compacte de Perrier et des veines argileuses du même endroit. A Prudelles, la christianite s'est parfois développée autour de masses feldspathiques empâtées dans les basaltes s'associant à l'apophyllite, à la chabazite, au mésolite, et à une autre zéolite mamelonnée blanc laiteux, assez rare, non encore étudiée jusqu'ici, et qui est peut-être de la mésolite. Von Lasaulx disait que ces zéolites se formaient sur *les cadavres* des feldspaths. J'en ai recueilli aussi sur des nodules de magnétite. Parfois la christianite de Prudelles prend une couleur jaune ou jaune-orangé. Elle s'accompagne d'un minéral amorphe, verdâtre ou blanchâtre, sur lequel ses cristaux reposent ou qui les empâte, et qui paraît identique à celui du basalte de Verrières. La christianite de Prudelles offre le type de Marbourg ; elle a été analysée par M. Pisani. Quant à celle de Verrières, elle présente la macle simple de la morvénite et de la zéolite du Dyrefjord. Celle du Simiouse a, comme celle de Prudelles, la macle de Marbourg ; mais elle possède aussi la macle du Dyrefjord, avec cette particularité, que les faces *m* ont disparu ; la combinaison dernière est donc $pgih_1$. La christianite de Perrier présente les mêmes macles ; les cristaux de cette zéolite sont disséminés au milieu des sphérolites de mésotype et associés à la phacolite ; ils forment aussi des géodes simples. Toutefois, les cristaux les plus nets, les plus purs et les plus limpides se sont développés, non dans le basalte, mais bien dans les vacuoles d'une argile ocreuse, produit de

décomposition du verre volcanique ; cette argile est remarquable, d'autre part, à cause des cristaux isolés de pyroxène, en prismes courts, qu'elle renferme, et d'un feldspath en petites lamelles losangiques, aplaties suivant *g*¹, qui accompagne le pyroxène dans la pâte argileuse. M. Michel Lévy a montré que ces lamelles appartiennent à un feldspath voisin du labrador ou de la *bytownite*. Cette association de minéraux s'augmente encore, pour le noter en passant, de cristaux tabulaires de barytine.

Offrétite. — J'ai découvert cette espèce dans le basalte du Simiouse, où elle existe, soit à l'état de cristaux isolés, en petits prismes hexagonaux, soit à l'état de sphérolites ou de druses. Cette nouvelle zéolite, que sa forme cristalline place à côté de la herschélite, se rapproche, par sa composition chimique, de la christianite, qui l'accompagne, ainsi que la chabasie et la calcite. Je saisis l'occasion de remercier M. de Chaignon, qui avait attiré mon attention sur le basalte du Simiouse et les minéraux qu'il renferme, et auquel je dois d'avoir reconnu l'existence de cette nouvelle espèce minérale.

Aux zéolites précédentes on pourrait en ajouter encore quelques autres, peu étudiées encore, telles que la gismondine de la Chaux de Bergonne et de Verrières, la zéolite mamelonnée de Prudelles, et les substances compactes verdâtres ou bleuâtres que renferment les basaltes de Verrières et de Prudelles. On peut voir toutefois, que, même en s'en tenant à celles qui ont été déterminées, et dont les gisements sont énumérés ci-dessus, le groupe est largement représenté dans les basaltes et les pépérites du Puy-de-Dôme.

M. COLLOT fait la communication suivante :

Sur les Tufs volcaniques de Beaulieu (Bouches-du-Rhône),

par M. Collot.

De Saussure, Coquand, Matheron, ont considéré le basalte et la dolérite de Beaulieu (Bouches-du-Rhône), comme ayant fait éruption avant la fin du dépôt des couches oligocènes qui les entourent. Aujourd'hui, l'âge de ces roches, ainsi déterminé, est remis en question. On se demande si les calcaires blancs de la Trévaresse (groupe d'Aix de Fontannes), n'étaient pas complètement stratifiés, si la mollasse marine helvétique elle-même ne s'était pas déposée lorsque les roches éruptives ont été poussées vers la surface. Les

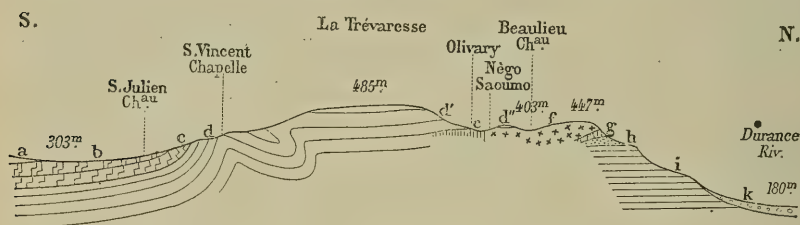
fragments de basalte enclavés dans le calcaire seraient le résultat d'une pénétration postérieure et les tufs volcaniques comme une émulsion du basalte au milieu du calcaire (1).

Ayant étudié en détail le gisement de Beaulieu, je me propose de démontrer, dans les lignes suivantes, que l'opinion des anciens géologues était fondée.

Le plan du gisement de basalte et dolérite de Beaulieu est une ellipse allongée à peu près de l'Est à l'Ouest. La roche éruptive compacte forme un mamelon dont les pentes se raccordent avec la surface occupée par un anneau de tuf qui l'entoure de tous côtés, excepté vers le Nord. Les tufs du Sud forment une dépression au-delà de laquelle le sol se relève jusqu'au sommet de la Trévaresse. On peut y observer l'Oligocène supérieur recouvrant les tufs. Le côté nord, généralement escarpé et s'abaissant d'une manière continue vers la Durance, est plutôt favorable à l'observation du soubassement du basalte et du tuf.

Fig. 67.

Coupe générale du Sud au Nord, à travers la chaîne de la Trévaresse et le volcan éteint de Beaulieu.



- a. — Travertin et brèche; Miocène supérieur.
- b. — Limon rouge.
- c. — Marne et calcaire coquillier; Helvétien.
- dd'. — Calcaire oligocène à Linnées, Planorbes, Potamides.
- e. — Tuf volcanique.
- d". — Ilot de calcaire à Linnées sur le basalte scoriacé.
- f. — Basalte et dolérite.
- g. — Tuf volcanique.
- h. — Sable fin.
- i. — Calcaire blanc à Potamides, oligocène, plus ancien que d; plus bas gypse s'appuyant sur des alternances de calcaire blanc et de marnes rouges.
- k. — Alluvions locales et plus bas alluvions de la Durance.

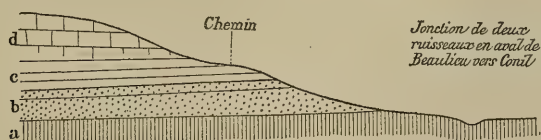
(1) Voir la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$ du Ministère des travaux publics, feuille d'Aix, par M. Collot.

Le tuf de Beaulieu est en général assez peu cohérent. Il est composé de menus débris de basalte plus ou moins altéré, de cendres basaltiques, de nodules péridotifères gros quelquefois comme le poing, de fragments de pyroxène noir. Les nodules péridotifères sont formés, à la manière de la lherzolite, d'olivine jaune pâle, prédominante, d'enstatite brunâtre, de diopside vert émeraude, de pléonaste noir. Par suite de l'altération du péridot, ces nodules sont quelquefois convertis en une masse d'argile et de calcite dans laquelle sont disséminés les autres minéraux. Le tuf comprend aussi en grande quantité des fragments de calcaire projeté. J'ai pu reconnaître du Néocomien un peu siliceux, avec des délits schisteux; du calcaire oligocène avec potamides. Le Néocomien était quelquefois rubéfié, le calcaire à potamides avait une couleur grise exceptionnellement foncée. Un calcaire gris, lithographique, paraît appartenir au Jurassique. L'Oligocène, le Néocomien, le Jurassique sont précisément les terrains que le basalte a traversés pour venir au jour.

A. — *Bordure Sud.*

Le tuf se raccorde suivant des pentes douces ou même au milieu d'un terrain plan et cultivé avec le basalte bulleux qui appartient aux parties superficielles de la coulée. Il est difficile de dire s'il passe dessus, ou s'il est inférieur. Là où le terrain se relève vers la Trévaresse, il y a de nombreux ravinements où l'on voit la stratification du tuf. Il est surmonté par les calcaires de la partie supérieure de l'Oligocène. Peu à l'Est du hameau de Tournefort, on peut relever la superposition suivante :

Fig. 68.



- a. — Tuf volcanique.
- b. — Sable marneux gris.
- c. — Calcaire en petits bancs, avec Potamides.
- d. — Calcaire en gros bancs, avec Limnées, exploité.

Des lambeaux de Miocène marin se trouvent presque en contact avec le tuf du Sud, vers Olivary et ailleurs. L'îlot de Cabannes

lui-même est assez rapproché de la formation volcanique. Ces lambeaux ne sont pas dans des situations normales. Ils ont glissé à mesure que le tuf et les strates oligocènes ont été ravinés. On les trouve dans des équilibres et des inclinaisons très variés. J'admets néanmoins qu'ils aient pu se former originairement près de la masse volcanique. Cela résulte de l'aminçissement des calcaires oligocènes du Sud au Nord et des érosions qui peuvent séparer la mollasse de l'Oligocène. En effet, nous voyons le calcaire oligocène réduit à fort peu de chose entre les marnes rouges de la base et la mollasse marine qui le surmonte, entre Beaulieu et le moulin de Saint-Julien. La mollasse marine déborde même l'Oligocène vers ce moulin, pour passer sur l'affleurement du Danien avec *Lychnus elongatus*, et de là sur le Néocomien.

Quelques centaines de mètres à l'Ouest de Tournefort, le calcaire oligocène paraît plonger au Sud, et les têtes des bancs sont percées de pholades sous l'Helvétien. Il y aurait donc là discordance. Au Sud de Rognes et sur le revers Sud de la Trévaresse, l'Helvétien marin est concordant avec les couches supérieures de l'Oligocène.

B. — Pentes Nord de Beaulieu.

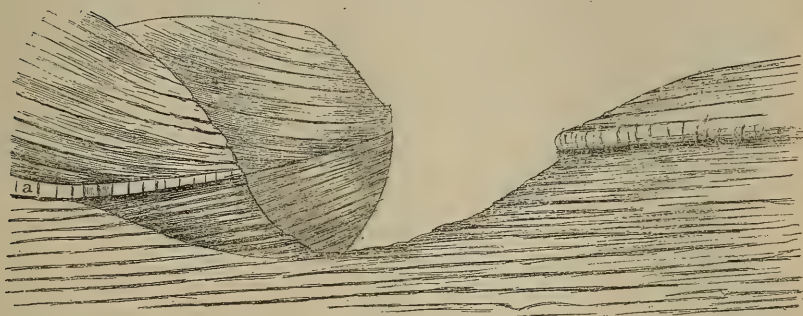
Au Nord du château de Beaulieu, entre Milhaude et Carias, on voit clairement le calcaire oligocène recouvrir les tufs volcaniques. Auprès d'une ferme qui est marquée, sans désignation de nom, sur la carte d'état-major, et que les habitants appellent la Bastidette, on peut voir des superpositions très claires. Le tuf volcanique nettement stratifié, presque feuilleté, s'avance horizontalement au niveau de cette ferme. On peut même le suivre à l'Ouest de celle-ci en un lit dont l'épaisseur diminue graduellement, en même temps que les matériaux en deviennent plus fins. Cette bande de tuf est parfaitement parallèle aux strates oligocènes avec lesquelles elle est en contact par-dessus et par-dessous. Au-dessus ce sont des calcaires blancs à Potamides. Au-dessous ce sont des sables un peu marneux qui constituent dans l'Oligocène de ce bassin un horizon bien défini.

On peut suivre le tuf de la Bastidette du côté de l'Est. A la naissance d'un des ravinements qui sillonnent la face nord du volcan, le tuf présente un exemple de la stratification entrecroisée qui caractérise les matériaux charriés par l'eau et éboulés sur la pente qui résulte de leur accumulation. La figure ci-contre est un croquis de cet accident. A gauche du ravin on voit la terminaison des bancs très peu inclinés de droite à gauche qui occupent entièrement la

partie droite de la figure. Ils sont surmontés par des lits qui ont une forte pente en sens inverse. A la séparation des deux masses s'intercale, au premier plan, un lit calcaire a qui se termine en coin et se perd au second plan. Ce calcaire ne dépasse pas 10^{cm} d'épaisseur. Il est compacte, non concrétionné, blanc. Il renferme des fragments de basalte soit compacte, soit vacuolaire, gros comme des petits pois, actuellement à l'état de wake brune.

Quelques pas plus à l'Est et plus bas, on voit dans un ravin très

Fig. 69.



escarpé, le tuf repose sur le sable argileux, gris, dont j'ai déjà parlé. La surface de contact, ici où nous sommes plus près de la bouche volcanique, est ravinée.

En un point se trouve pincé un grand lambeau de calcaire blanc dans le tuf. On ne peut guère juger actuellement si c'est un morceau arraché ou le reste d'un éperon de calcaire en place qui se rattachait aux parties de la formation sédimentaire situées au Nord, aujourd'hui détruites. Je l'ai représenté en i dans la fig. 69.

Si l'on se porte dans les ravinelements encore plus à l'Est, on ne rencontre plus l'assise sableuse et le tuf repose directement sur des bancs de calcaire blanc inférieurs eux-mêmes à cette assise. Ces calcaires blancs séparent l'assise marnosableuse de l'assise du gypse, qui a été exploitée un peu plus bas. La superposition du tuf au calcaire se poursuit jusque vers le château de Cabannes.

Au Nord de ce château, sur un mamelon qui en est séparé par un profond et large ravin, le tuf est à son tour surmonté par les calcaires de l'Oligocène supérieur. Quelques placages de mollasse avec fossiles marins existent encore çà et là. La mollasse est remaniée et ses débris descendent le long des pentes raides jusque sur le tuf auquel elles viennent parfois se mêler.

Sur le milieu du flanc nord du volcan on voit le contact du tuf et

du basalte qui le surmonte. La surface de séparation est très inclinée vers l'intérieur, presque verticale. On dirait la paroi de la cheminée volcanique, s'évasant légèrement dans le haut.

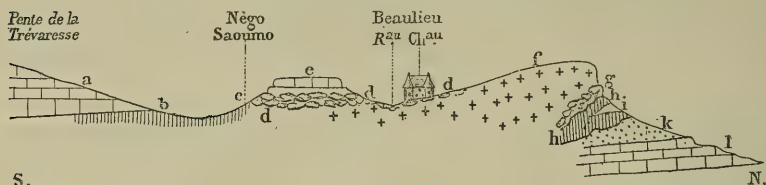
La partie du basalte qui est en contact avec le tuf est bulleuse et se décompose en boules. Pardessus arrive le basalte compact, grenu.

C. — *Mamelon au Sud du château de Beaulieu.*

Au Sud du château de Beaulieu se trouve une ferme marquée Beaulieu sur la carte d'état-major, mais connue dans le pays sous le nom de Nègo-Saoumo (noire ânesse). Elle dépend actuellement du domaine de Cabannes. Elle est adossée à la pente méridionale d'un mamelon qui lui masque la vue du château. Voici comment est constituée cette pente : le pied est formé par du basalte bulleux,

Fig. 70.

Coupe Nord-Sud détaillée, par le château de Beaulieu et la ferme de Nègo-Saoumo.



- S.
- a. — Calcaire blanc oligocène.
 - b c. — Tuf basaltique stratifié. En c le tuf peut passer sur le basalte terminé en coin ou, plus vraisemblablement, par-dessous.
 - d. — Scories basaltiques.
 - e. — Calcaire oligocène isolé, sur les scories.
 - f. — Basalte compacte et dolérite.
 - g. — Basalte bulleux, revêtement inférieur de la coulée.
 - h. — Tuf basaltique.
 - i. — Calcaire blanc, oligocène, pincé dans le tuf.
 - k. — Banc de sable marneux oligocène.
 - l. — Calcaire oligocène, assises inférieures.
- N.

dont les vacuoles se sont, postérieurement à la coulée, tapissées ou même remplies de calcite cristallisée, à la manière des spilites. Plus haut on rencontre du calcaire blanc oligocène. En faisant le tour du mamelon on peut s'assurer que ce calcaire est en bancs horizontaux qui coiffent le basalte. Le contact des deux roches est particulièrement intéressant. La surface générale du basalte est scoriacée et inégale. Les fragments, complètement dépouillés de calcaire, ressemblent à s'y méprendre aux scories cordées d'une coulée

aérienne : mêmes contournements, mêmes cordons étirés, avec surface vernie, rubéfiée. Lorsqu'on observe les fragments encore empâtés dans le calcaire, on voit celui-ci concrétionné autour des aspérités des scories. Il est peu cristallisé. Ses couches ondulantes autour des reliefs de la lave, d'une manière d'autant plus confuse qu'elles sont plus éloignées de celle-ci. A quelques décimètres au-dessus le calcaire est régulièrement lité et horizontal. Le mamelon se termine par un petit plateau où des bancs à grandes Limmées et grands Planorbes (*Pl. solidus*) sont exploités.

Le chapeau de calcaire de Nègo Saoumo apparaît donc comme un témoin des dépôts supérieurs de l'Oligocène, postérieurs au basalte, isolé par les érosions.

De tout ce qui précède il résulte donc que les tufs ou pépérîtes de Beaulieu sont un produit de projection stratifié dans le lac oligocène, surmonté au voisinage de l'orifice volcanique, par un bouton de dolérite et de basalte qu'ils débordent largement, formant une auréole autour de lui.

M. DEPÉRET envoie la communication suivante :

Note sur l'âge du Basalte de Beaulieu, près Aix,

par M. Depéret.

Un pointement basaltique se montre au milieu des terrains tertiaires du plateau de la Trévaresse, à une douzaine de kilomètres au Nord de la ville d'Aix. Il forme entre le château de Beaulieu au Nord-Ouest et le château de Cabanes au Sud-Est un plateau ou mieux une coulée assez régulière, dont le flanc Nord-Est, entaillé à pic, domine magnifiquement les pentes ravinées de la vallée de la Durance, constituées par les poudingues et marnes rouges de l'Oligocène.

La nappe basaltique recouvre les calcaires oligocènes dont les couches les plus élevées, en ce point du plateau de la Trévaresse, appartiennent aux couches à *Hydrobia Dubuissoni* et *Potamides* du *Tongrien supérieur*; je n'ai aperçu nulle part aux environs de Beaulieu l'*Aquitaniens*, c'est-à-dire les calcaires à *Helix Ramondi* bien caractérisés; quelques couches à grandes Limmées et Planorbes qui se montrent à l'Est du château de Beaulieu vers la tête du ravin qui

limite au Nord le plateau de basalte représentent seules peut-être les couches de passage du Tongrien à l'Aquitanien.

C'est également à la tête de ce même ravin que l'on peut observer le point ou l'un des points d'épanchement de la nappe basaltique à travers les marnes et calcaires oligocènes. Les produits de projection sous forme de pépérites sont abondants et intimement mélangés avec les marnes lacustres. Le basalte lui-même s'est fait jour en ce point et s'y présente fréquemment sous la forme d'une *dolérite* granitoïde qui s'embble n'être qu'une modification latérale du basalte. De nombreux filons de cette dolérite parcourent en effet le basalte en tous les sens dans le voisinage de cette ancienne cheminée éruptive. De ce point le basalte compacte a coulé vers le Sud et le Sud-Est pour former tout le plateau qui s'étend dans la direction du château de Cabanes.

Chose curieuse, le métamorphisme exercé par le basalte et la dolérite sur les marnes et calcaires oligocènes m'a paru peu marqué dans le voisinage de ce point d'épanchement. Mais auprès du château de Beaulieu, à 200^m environ au Sud, près d'un monticule couronné par un petit bois de pins, l'action du basalte sur les calcaires à Hydrobies est des plus nettes : les calcaires sont recuits, durcis ou cristallisés ; les cavités constituées par les contre-empreintes des fossiles (Hydrobies et Potamides) sont déformées, boursofflées, et souvent en partie comblées par des cristaux spathiques. Des fragments anguleux de basalte ont pénétré dans le calcaire et, par un phénomène contraire, on observe aussi certains blocs de basalte criblés de géodes calcaires et de fragments de calcaire oligocène empâtés. *Les pépérites forment plusieurs lits en apparence interstratifiés dans les marnes et calcaires tongriens, comme en Auvergne.*

L'ensemble de ces observations ne m'a laissé aucun doute sur l'âge postérieur du basalte par rapport au Tongrien le plus supérieur. Il eût été intéressant de pouvoir fixer une limite supérieure d'apparition et cela m'avait d'abord semblé possible grâce au voisinage d'un lambeau de mollasse marine (Helvétien inférieur à *Pecten præscabriusculus*) qui vient presque au contact de la nappe basaltique et sur lequel est construit le château de Cabanes. L'Helvétien, avec son conglomérat verdâtre de la base, n'est en effet séparé du basalte en ce point que par une petite dépression large à peine de 150 à 200 mètres. Malgré mes recherches, il m'a été impossible de découvrir, parmi les galets du conglomérat helvétien, le moindre caillou basaltique, ce qui laisse dans le doute la question d'âge du basalte par rapport à l'Helvétien. Le fait négatif que je viens d'in-

diquer semblerait même plaider en faveur d'une époque d'éruption du basalte de Beaulieu plus récente que l'Helvétien ; il faut donc laisser ce dernier point en réserve faute de preuves positives.

M. Gosselet a adressé à M. Michel Lévy la lettre suivante :

Vous m'avez demandé de vous écrire le résultat de mon excursion avec M. Gautier aux environs de Pont-du-Château. J'eusse déjà fait si depuis lors je n'avais toujours été sur les routes. Je ne suis rentré à Lille que depuis deux jours. Notre excursion a été contrariée par la crue de l'Allier. C'est les pieds dans l'eau que nous avons pu voir la coupe indiquée par M. Gautier.

Dans cet escarpement de l'Allier, la pépérite est en lits minces bien stratifiés ; les uns à gros grains basaltiques assez tendres, les autres à grains plus fins et plus durs. Il y a aussi de minces couches de marne sans débris volcaniques. Au milieu des bancs de pépérite, j'ai remarqué de petits blocs de basalte. C'est la répétition de ce que nous avons vu à Gergovie. Il m'est tout à fait impossible de comprendre cette disposition dans l'hypothèse d'une injection. Pourquoi l'injection, le brassage de matière volcanique et de calcaire aurait-il respecté certaines couches très minces qui ne sont pas plus dures que les autres ? Pourquoi les grains basaltiques de diverse grosseur se seraient-ils spécialisés dans des couches distinctes ? Comment enfin expliquer le cheminement de blocs solides à travers les couches de marne ?

Dans certains points la pépérite contient de nombreux fossiles, *Helix*, *Limnées*, etc. Les coquilles sont remplies de pépérite, c'est-à-dire de petits fragments basaltiques mélangés de calcaire. Est-ce que l'injection eût pu se faire dans la coquille sans la briser, en supposant qu'elle eût été vide, ce qui me paraît impossible, car les fossiles se remplissent toujours du sédiment dans lequel ils sont ensevelis.

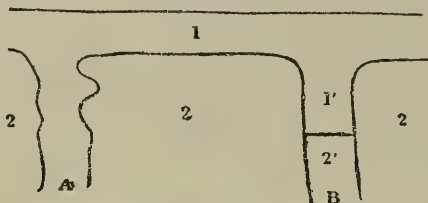
Autre part, le calcaire à *Helix* superposé à la pépérite est dur, concrétionné en choux-fleur ; il contient quelques fragments basaltiques, certainement antérieurs au concrétionnement.

Plus que jamais je suis convaincu de la sédimentation de la pépérite et de la contemporanéité des éruptions basaltiques avec les sédiments calcaires.

Quant aux cheminées dont parlait M. Gautier, elles présentent quelques difficultés d'explication. Du reste, nous les avons exami-

nées rapidement : nous étions pressés par l'heure. Voici ce que j'ai vu :

Fig. 71.



1. — Calcaire à Helix pur avec quelques nids de pépérîte.

2. — Pépérîte.

A. — Cheminée formée uniquement ? de calcaire. (Nous ne l'avons pas bien étudiée).

B. — Cheminée remplie sur les 75 centimètres supérieurs de calcaire à Helix pur (1') et plus bas de pépérîte (2'), plus dure que la partie environnante, imprégnée de bitume dans le bas.

Je crois que ces dites cheminées sont des fentes qui se sont produites dans la pépérîte pendant le dépôt du calcaire et qu'elles ont été remplies par la matière calcaire. Dans la cheminée B la pépérîte est descendue entre deux plans de fente ; elle a été postérieurement pénétrée de dissolutions calcaires qui l'ont durcie. *Ce n'est certainement pas* une cheminée par où les sources calcaires soient sorties. Je ne puis en affirmer autant de A qu'on ne voit guère que sur 1^m50. En tous cas la liaison du calcaire qui remplit les cheminées avec le banc calcaire supérieur prouve que la pépérîte existait déjà lorsque le calcaire s'est formé.

Sous le village habité par M. Gautier, il y a un dyke basaltique sans stratification. Les couches de pépérîte semblent s'appuyer sur lui avec une certaine inclinaison et elles sont d'autant plus riches en fragments basaltiques, qu'elles sont plus près du dyke. Vous nous en avez montré d'analogues ; je considère ce dyke comme le reste d'un volcan oligocène, aux dépens duquel s'est formée la pépérîte environnante.

En résumé, la pépérîte me semble due à des volcans oligocènes. Les débris volcaniques qu'elle contient en sont les cendres, tantôt tombées par projection dans le lac environnant (ces volcans pouvaient être sous lacustres), tantôt enlevées mécaniquement à l'appareil volcanique et emportées par les courants.

Ces basaltes, ayant duré pendant toute l'époque oligocène, peuvent traverser en filons certaines couches de marne et de calcaire ; ils peuvent aussi constituer des sortes de dykes en pointe, qui s'arrêtent au milieu des couches ; enfin il y a passage par atténuation des débris d'un dyke aux couches sédimentaires contemporaines.

M. MICHEL LÉVY rend compte de l'excursion du 17 septembre :

Compte-rendu de l'Excursion du 17 septembre à Aydat et à Murols.

Au pont, au sud de Ceyrat, sur la rectification de la grande route, la Société voit de nouveau le contact des arkoses avec la falaise granitique; les couches tongriennes sont relevées presque verticalement contre le granite percé par un vrai lacs de filons minces de granulite et par quelques filons de porphyrite micacée. La tranchée au-dessus de Saulzet-le-Chaud montre la prolongation au sud de ces diverses roches; la granulite perce indistinctement le granite, les schistes précambriens (x de la carte), les gneiss à cordiérite de Ternant.

Puis la route s'élève en longeant la coulée de lave basaltique quaternaire de Theix, dominée par le plateau de basalte pliocène de la Serre. A Fontfreide la lave basaltique disparaît sous de puissantes coulées de labradorite, exploitées pour pierre de taille. Nous renvoyons au mémoire sur la chaîne des Puys (page 732) pour les détails pétrographiques relatifs à ces diverses roches.

A la Cassière, après le tunnel, le granite commence à se charger d'amphibole et contient des fragments de schistes micacés; il supporte quelques lambeaux de basalte porphyroïde, témoins des coulées les plus inférieures du plateau de la Serre.

Après avoir traversé la vaste coulée de la Cheire sortant des Puys de la Vache et de Lassolas, et remarquable par certaines variétés de laves basaltiques à grands cristaux de péridot et de pyroxène, la Société se rend à Verneuge et peut étudier en détail le granite amphibolique, les diorites, et les diverses variétés de schistes précambriens de la région.

M. MICHEL LÉVY présente quelques observations générales sur ces intéressantes formations qu'il parallélise entièrement avec les roches similaires du Beaujolais (1). Le granite à amphibole forme, au pied oriental de la chaîne des Puys, une longue traînée NS, qui est constamment jalonnée par des lambeaux, souvent très étendus, de schistes précambriens. De même que dans la Loire et le Beaujolais, le granite à amphibole est une simple modification endo-

(1) *Sur les roches éruptives basiques du Mâconnais et du Beaujolais*, Bull. Soc. Géol., XI, 273.

morphe du granite normal à mica noir, auquel il passe par gradations insensibles.

Il passe de même à des diorites très-basiques (épidiorites ou diabases ouralitisées); mais il en contient aussi des fragments aigus.

D'un autre côté les célèbres diorites d'Aydat ne constituent jamais des massifs homogènes d'une certaine importance; les changements les plus frappants de grain et de structure se montrent souvent dans un même échantillon et il y a constante juxtaposition avec des schistes pyroxéniques et amphiboliques (cornes vertes) identiques à ceux que M. Michel Lévy a décrits dans le Beaujolais. L'ordre d'âge des diverses formations énumérées est le suivant en commençant par les plus anciennes :

1° Schistes précambriens (y compris les cornes vertes); 2° Diorites et Diabases; 3° Granite à amphibole.

Quant au mécanisme de leur production, il convient de partir de ce fait, seul nettement prouvé par de nombreuses observations concordantes : les cornes vertes (schistes pyroxéniques et amphiboliques) proviennent avec évidence du métamorphisme de bancs calcaires par le granite ambiant. La richesse en calcaire des strates précambriennes est donc certainement liée à la production des diorites et diabases et à l'action endomorphe subie par le granite qui se charge d'amphibole.

Les schistes précambriens de la feuille de Clermont présentent de beaux exemples de la plupart des structures connues dans les auréoles de contact des granites; les variétés les moins métamorphiques, constituées par des *schistes sériciteux, chloriteux et graphiteux*, existent à Allagnat, et aux Rochiers, près Neuville. Le développement du mica noir, comme ciment, amène à la formation de schistes et cornes (*hornfels*) micacés; les *schistes micacés* abondent à Charat, Pradas, au Fohet, au Puy Chopine, à Berzet, etc.; les *cornes micacées*, plus compactes et peu schisteuses, se montrent à la Cassière, à l'Est de Redon, au pied du Puy d'Arnat, sur les bords de la Monne.

On recueille des *schistes micacés et maclifères* à Laschamp, au Puy Chopine, au Moulin Fanchon, des *quartzites micacés et feldspathisés (leptynolites)* à Tournoël, à la Pépinière près Royat, à Recoleine.

M. Julien a signalé en 1881 (1) les beaux schistes amphiboliques et granatifères de Berzet; M. Michel Lévy a pu y distinguer un petit pointement occidental composé de schistes *pyroxéniques* et *granatifères*; et un pointement oriental qui présente en outre des bandes

(1) C. R. A. S., 1881, page 754.

amphiboliques. Au reste les schistes pyroxéniques et amphiboliques abondent à Saint-Genest-Champagnelle et aux environs d'Aydat et de Phialeix. Le sphène y est parfois abondant (Saint-Genest).

M. BARROIS signale l'extrême analogie des roches d'Aydat avec celles du nord de la Bretagne ; on trouvera à la fin du compte-rendu de la course du 17 septembre, une note précisant cette comparaison.

L'après-midi, la Société contourne la base du Puy de Monténard, et touche la téphrite à haüyne de Mareuge. L'haüyne y est d'un bleu intense, même en plaque mince.

M. BERTRAND regrette de voir attribuer à cette andésite le nom de téphrite qu'il croyait réservé aux roches à néphéline. M. MICHEL LÉVY justifie cette appellation en faisant ressortir l'extrême analogie de composition de l'haüyne et de la néphéline ; il fait en outre remarquer que les téphrites sont des phonolites à microlites d'oligoclase ou d'andésine. Or, un grand nombre de phonolites ne contiennent pas de néphéline, tout en restant riches en noséane ou en haüyne. M. Michel Lévy appelle l'attention de la Société sur l'importance pétrographique de ces téphrites (ou andésites) à haüyne qui se trouvent cantonnées à la périphérie du second étagement du Mont-Dore, précisément dans les régions où les phonolites eux-mêmes se montrent relativement abondants. C'est en 1884 (1) que M. Michel Lévy a découvert de nombreuses coulées de ces roches, dont l'aspect extérieur rappelle plutôt les roches basaltiques que les phonolites.

La Société se dirige ensuite sur Saignes et croise une grande coulée de basalte à structure ophitique, superposée à un basalte compacte. Puis elle descend sur les basaltes pliocènes étagés au-dessus de Murols et reposant sur les sables tongriens. A un détour de la route, le château de Murols montre son profil imposant ; la limpidité de l'atmosphère est complète et la vue de la vallée de la Couze, du cratère du Tartaret, du Puy de Bessolles, des abords du lac Chambon présente un caractère pittoresque, particulièrement saisissant.

M. Charles Barrois fait la communication suivante :

Les schistes cornés (*x*) amphiboliques, injectés de nombreux filons de granite à amphibole du lac d'Aydat, nous ont rappelé des phénomènes de même ordre, nettement exposés dans le Nord de la Bretagne, en deux massifs distincts.

(1) C. R. A. S., 1884, t. XCVIII, 1394. Pour les détails pétrographiques, voir le mémoire sur le Mont-Dore, pages 816 et suivantes.

1° *Massif du Trégorrois* : Dans cette contrée, l'étage des schistes de Gourin (*x^b*) présente un faciès spécial, dû à la venue de nombreux filons et coulées contemporaines de roches éruptives, dont nous avons déjà donné un aperçu sommaire (1). Parmi ces roches, les schistes cornés (*x^b*) alternant avec schistes amphiboliques et épidiorites, de Lanmeur (Finistère), et de la baie de la Fresnaye (Côtes-du-Nord), présentent les plus grandes analogies avec les roches du massif d'Aydat, elles sont, comme elles, traversées par du granite à amphibole, en masses et en filons.

C'est à l'Ouest du Trégorrois, vers Plougasnou et Saint-Jean-du-Doigt, que les diorites atteignent leur plus grand développement ; au centre du massif, vers Plestin et Lannion, dominent les schistes cornés et amphiboliques ; à l'Est, vers Paimpol, apparaissent des porphyrites et des cinérites interstratifiées ; enfin, on retrouve, plus encore à l'Est, de Pléneuf à la baie de la Fresnaye, des schistes cornés et des porphyrites.

Ces éruptions basiques se sont produites dans la région, pendant toute la durée de la période cambrienne, mais point d'une façon uniforme, ni continue. Elles sont limitées en certains points du massif, à la base de la série, et en d'autres, à leur sommet ; elles envahissent parfois toute son étendue. Les périodes d'émission souterraine furent interrompues en chaque point, par des moments de remaniement et de sédimentation, qui donnèrent naissance à des tufs clastiques, à des calcaires, des quartzites, des schistes, des poudingues. Ces poudingues (Locquirec, Dourdu, Morlaix), dominent vers le haut de la série, rappelant ainsi, par leur position stratigraphique, les conglomérats de Gourin, Ploërmel, Rhétiers, Granville.

Des roches granitiques, généralement enrichies en amphibole, traversent les roches basiques que nous venons de signaler ; elles sont d'ailleurs remaniées avec ces dernières, à l'état de galets, dans les poudingues cambriens. Les coupes relevées dans la région (Plévenon), nous ont montré que tous ces phénomènes étaient antérieurs à l'étage des *grès pourprés et poudingues de Montfort*.

Les *diorites* de Lanmeur présentent les éléments suivants :

I. Fer oxydulé, fer titané, pyroxène, partie de l'amphibole, labrador.

II. (Éléments secondaires) Actinote, chlorite, épidote, zoïsite, sphène, calcite, quartz.

(1) *Bulletin des services de la carte géologique*, vol. 1, n° 7, 1889, p. 65 ; et *Annales de la Société géologique du Nord*, T. XV. 1888, p. 238.

Ce sont des diabases à ouralite, où le pyroxène diallagique est très rare; l'amphibole, très abondante, a habituellement remplacé complètement le pyroxène, et il s'est produit des cristaux d'amphibole à contours caractéristiques (épidiorites). Le plagioclase dominant (labrador) se présente en une mosaïque de grands cristaux souvent zonés, maclés, plus altérés au centre qu'à la périphérie. L'amphibole paraît s'être consolidée après le feldspath, car ces grands cristaux le moulent et le cimentent parfois. Cette amphibole présente les caractères de l'actinote, elle est très pâle, peu ou pas dichroïque; ses grands cristaux atteignent souvent 1 à 2 centimètres de longueur et sont habituellement épigénisés à la périphérie par une lisière d'amphibole microlitique, verte, polychroïque dans les tons vert-jaunâtre et vert-émeraude, et franchement secondaire, car ses gerbes pénètrent même dans les fissures des feldspaths tricliniques. Il existe parfois dans la roche des granules de quartz secondaire; le mica noir se rencontre exceptionnellement dans quelques variétés; il en est de même de l'apatite; la zoïsité abonde quelquefois.

Le *granite à amphibole* est une roche à gros grains d'environ un centimètre, rose-jaunâtre, formée de feldspath plagioclase en grands cristaux, d'orthose moins abondante, de microcline, fer oxydulé octaédrique, mica noir, chlorite, quartz bipyramidé en grandes plages cimentant les autres éléments; l'amphibole, en faible proportion à l'ouest du massif, devient très abondante à l'est, l'épidote secondaire est assez répandue.

La venue des granites est nettement postérieure à celle des schistes amphiboliques et des épidiorites, ces roches étant coupées par le granite à amphibole lui-même, ou par des apophyses microgranitiques de ce granite. Son mode d'injection peut être étudié en détail dans les falaises de Plougasnou et de Saint-Jean-du-Doigt; il présente trois stades distincts: 1° il forme des filons transverses ou dykes dans les épidiorites; 2° il forme un lacis serré de branches anastomosées qui transforme l'épidiorite en une brèche à fragments anguleux; 3° il pénètre intimement dans l'épidiorite en y mêlant ses éléments acides, et donne naissance à des roches dioritiques à amphibole, quartz et feldspaths granitiques, où les éléments anciens sont généralement méconnaissables.

2° *Massif de Saint-Brieuc*: Les granites précités, qui traversent les roches basiques dans le nord de la Bretagne, ne sont pas les seuls qui se chargent d'amphibole et passent à des granites à amphibole et à des diorites. Nous en connaissons un autre exemple plus net encore dans les Côtes-du-Nord; le massif granitique de

Saint-Brieuc s'enrichit également en amphibole et passe à des diorites granitoïdes en approchant de la bande de roches primitives basiques ξ^2 (pyroxénites et schistes amphiboliques), qu'il pénètre, et qui s'étend de Pontrieux à Plouha. Ce granite riche en amphibole est bien développé, au sud de Pontrieux, ainsi que dans les magnifiques falaises de Saint-Quay-Portrieux, où il nous présente d'une façon particulièrement frappante les caractères des granites à amphibole d'Aydat.

La séance est levée à 10 heures du soir.

Séance du 18 septembre 1890.

PRÉSIDENCE DE M. MICHEL LÉVY

La séance est ouverte à 8 heures du soir.

M. GAUTIER, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. MICHEL LÉVY rend compte de l'excursion du 18 septembre :

*Compte-Rendu de l'Excursion du 18 Septembre,
de Murols à Champeix, par Saint-Nectaire et Reignat.*

Après avoir visité le Château de Murols, assis sur un mamelon de basalte, la Société se rend au Saut de la Pucelle, sur les bords du lac Chambon. M. BOULE y a récemment exploité un nouveau gisement de plantes fossiles dans les éboulis de la cinérite ; c'est d'ailleurs dans les environs, près de Varennes, que M. l'abbé Boulay (1) a trouvé d'assez nombreuses empreintes qu'il a déterminées et rangées côte à côte avec les espèces pliocènes de Meximieux et de Théziers (voir page 778).

La brèche basaltique qui compose la paroi orientale du Saut de la Pucelle est ensuite l'objet d'un examen attentif et d'une discussion à laquelle prennent part MM. GOSSELET, BERTRAND, BARROIS et BOULE.

(1) Flore fossile de Théziers.

M. BOULE fait observer qu'à la partie supérieure, vers le Nord, il existe des indices de stratification avec pendages opposés qui pourraient être rapportés à un lambeau démantelé d'un cône volcanique. M. GOSSELET rapporte toute la brèche au remplissage, par projection et retombée, d'une cheminée volcanique. M. MICHEL LÉVY se rallie, pour la partie supérieure avec indices de stratification, à l'hypothèse de M. Boule, mais il pense que le reste de la brèche constitue un dyke éruptif qui a été poussé de bas en haut et dont le niveau correspond à une cheminée volcanique, inférieure à la base des cones de projection. Il montre à la Société que le dyke en question se rattache aux coulées basaltiques voisines, superposées à la cinérite à plantes et recouvertes par plusieurs lambeaux glaciaires ; ces basaltes correspondent donc à la définition qu'il a donnée de la notation β^1 de la carte.

M. MICHEL LÉVY signale que les brèches et pépérites de Beaune des grottes de Jonas et de Maisse appartiennent également à des cheminées basaltiques démantelées.

Du Saut de la Pucelle, la Société se rend à Saint-Nectaire. Les ravins granitiques profondément encaissés qui avoisinent cette station balnéaire, montrent de toute part d'abondants dégagements d'acide carbonique ; les moindres ruisseaux laissent dégager des bulles de ce gaz.

Les filons principaux d'eaux thermales, généralement NE, sont jalonnés par divers remplissages intéressants, aragonite, calcédoine et opale, réalgar. Une galerie, récemment approfondie, a suivi des filonnets de diallogite (manganèse carbonaté) associée à divers minéraux que M. GONNARD veut bien se charger d'étudier. Les eaux thermales ont déposé, entre Saint-Nectaire-le-Haut et Saint-Nectaire le-Bas, des travertins et des tufs siliceux qui moulent des prèles encore conservées.

De Saint-Nectaire, le chemin qui conduit à Reignat rejoint le ravin de la Couse, passe sous Grandeyrol et se détourne en face de Fontenille dont on entrevoit la moraine. Puis il longe le pied des coulées basaltiques pittoresques de Creste et, après avoir quitté le granite, il traverse les arkoses inférieures et les calcaires à Striatelles.

C'est en mai 1884 que M. MICHEL LÉVY (1) a découvert les premières Striatelles dans les calcaires de Grandeyrol et de Reignat ; il les soumit à l'examen de MM. Douvillé, Fontannes et

(1) La seconde édition du traité de M. de Lapparent contient, à propos de cette découverte, une indication inexacte, page 1174.

Munier-Chalmas, qui s'accordèrent pour les considérer comme assimilables à la *Striatella barjacensis* Font. et rappelant une espèce découverte par M. Vasseur dans le calcaire de Brie du bassin parisien.

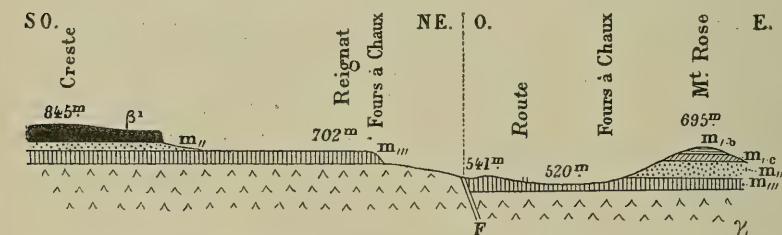
Ces calcaires, si intéressants par leur place à la base des arkoses de la Limagne, n'avaient d'ailleurs pas échappé aux investigations de Lecoq; seulement, il n'en avait pas étudié les fossiles et senti l'importance stratigraphique; voici ce qu'il dit à leur sujet (1): « Les argiles sableuses des environs de Champeix et de Montaigut » sont souvent imprégnées de calcaire et accompagnées de con- » crétions; ou quelquefois même elles renferment des couches » calcaires entières, et ce sont souvent des masses compactes » analogues au calcaire lithographique.... Ces couches sont » toujours peu épaisses et alternent avec des couches plus consi- » dérables d'argiles sableuses. »

En septembre 1874, M. MUNIER-CHALMAS a bien voulu s'associer à M. Michel-Lévy, pour vérifier les coupes et déterminer la faunule que contiennent les calcaires à striatelles (2).

Les coupes ci-jointes rendent compte des superpositions que la Société a pu constater.

Fig. 72.

Coupe à l'échelle de $\frac{1}{40000}$, de Reignat aux fours à chaux de Montaigut.



γ Granite. — m_{III} Arkoses inférieures et Calcaires à Striatelles. — m_{II} Arkoses supérieures. — m_{I-c} Calcaires à Potamides. — m_{I-b} Calcaires à Limnées.

A Reignat et sur le plateau voisin (fig. 72), les calcaires reposent sur une couche d'arkose qui, au Sud du hameau, n'a pas une épaisseur supérieure à un mètre et que l'on voit couchée sur le granite dans d'anciennes carrières.

(1) *Époques géologiques de l'Auvergne*, II, p. 515.

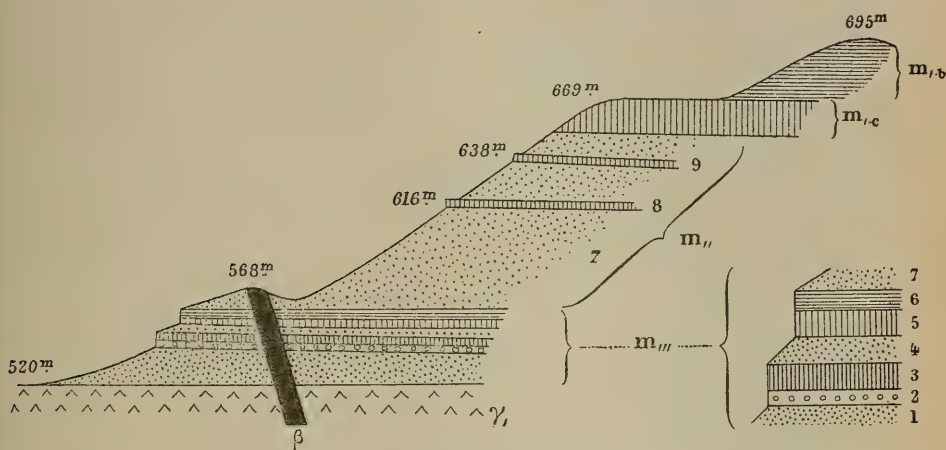
(2) Michel Lévy et Munier-Chalmas, *Note sur la base des terrains tertiaires des environs d'Issoire*, C.-R. A. S., 7 décembre 1885.

Aux fours à chaux de Montaigut (fig. 73), les arkoses inférieures, argiles sableuses vertes et rouges (1), ont une épaisseur de 20 m. environ ; puis vient une couche de calcaire à gros pisolithes (2),

Fig. 73.

Coupe détaillée des fours à chaux de Montaigut au sommet à 695^m.

— β Filon mince de basalte.



surmontée d'un calcaire plus compacte (3) contenant *Striatella barjacensis* Fontannes, *Nystia plicata* D'Arch. et Vern., *Nystia Duchasteli* Nyst, *Planorbis*, *Neritina*; ces diverses couches ont environ 5 mètres de puissance et sont nettement visibles dans les carrières au Nord. Dans la dernière carrière au Sud, on les voit recouvertes par 3 mètres de poudingues et d'arkoses (4), auxquels succède une seconde masse de calcaire d'environ 10 mètres d'épaisseur, dont les bancs inférieurs (5) contiennent une *Striatella n. sp.* très ornée, et dont la partie supérieure, très compacte (6), est remplie de *Bithynies*.

Au-dessus se développent, sur plus de cent mètres de puissance, des arkoses sableuses et gréseuses, contenant à divers niveaux, et notamment aux altitudes de 616^m et 638^m, de petits bancs de calcaires compacts silicifiés avec *Bithynia Dubuissoni*. A l'altitude de 660^m environ, commencent les calcaires supérieurs; le sommet 695^m est en calcaires à Lymnées; mais en outre, vers l'altitude de 669^m, et après de longues recherches, M. Munier-Chalmas a découvert le *Potamides Lamarcki*. La coupe est donc complète; elle permet d'assimiler les calcaires à *Striatelles* au calcaire de Brie, et les arkoses supérieures aux sables de Fontainebleau. Quant aux

arkoses inférieures, elles ont été réunies aux calcaires à *Striatelles* sur la carte au $\frac{1}{80,000}$. Cette carte permet de juger de l'extension des calcaires à *Striatelles*; ils occupent un triangle équilatéral de 10 kilomètres de côté environ, entre Gourdon, Saint-Dierry et Saint-Floret.

Entre Montaigut et Saint-Julien le Blanc, la Société croise de nouveau la faille terminale de la Limagne qui met ici en contact les calcaires à *Striatelles* et les arkoses supérieures avec le granite. M. MICHEL LÉVY signale qu'un peu plus au Nord, près du point 744 de Ludesse, on voit même les calcaires à Limnées buter directement contre le granite; l'amplitude de la faille dépasse 200 mètres. Le Pliocène moyen fluviatile et supérieur glaciaire passent sur cette faille, sans subir de dénivellation sensible, entre Grandeyrol, Montaigut et les caves du Puy de la Serre de Saint-Julien; elle leur est donc antérieure.

La Société visite une de ces caves et constate que la trainée pliocène est composée, de haut en bas, de la façon suivante :

1° Pliocène supérieur. Conglomérat glaciaire avec blocs variés de toutes les roches du Mont-Dore; environ 20 mètres.

2° Pliocène moyen. — Cinérite ponceuse et sableuse, dans laquelle sont creusées les caves de Saint-Julien; environ 5 mètres.

3° Poudingue à gros galets très roulés de quartz, de granite, de basalte porphyroïde, de trachyte; environ 1 mètre.

Le tout repose sur les sables arkosiens supérieurs, et le calcaire à *Striatelles* est visible au niveau de la route de Champeix, à l'éperon Ouest du mamelon.

M. BOULE fait la communication suivante :

*Observations sur les tufs et brèches basaltiques
de l'Auvergne et du Velay,*

par M. Marcellin Boule.

Dans ses excursions, la Société a étudié de nombreux exemples de ces roches subordonnées aux terrains basaltiques, auxquelles on donne des noms variés : tufs, brèches basaltiques, pépérites, etc. Dans les environs de Clermont, c'est ce dernier terme qui a été le plus souvent employé. On en a peut-être abusé en l'appliquant à des roches fort différentes d'aspect, de composition et d'origine.

Dans le Velay, où les basaltes sont si développés et où ils s'échelonnent depuis le Miocène supérieur jusqu'au Quaternaire, ces roches d'agrégat sont très répandues. Dans le Velay, comme en Auvergne, elles ont été l'objet de nombreuses discussions. Je demande à la Société la permission d'exprimer mon opinion sur les gisements observés dans nos courses et sur les principaux gisements du Velay, notamment sur les brèches basaltiques du Puy et de ses environs.

C'est à Montaudou que nous avons d'abord étudié les pépérites. Là ces roches accompagnent un gros filon de basalte qui traverse le sommet calcaire et gréseux de la colline. Très altérés, réduits à l'état d'argile ferrugineuse le long des salbandes, ces tufs se présentent plus loin (à l'œil nu tout au moins) comme le résultat d'une sorte de brassage de fragments calcaires et de fragments basaltiques, l'élément calcaire et l'élément éruptif pouvant être mélangés en toutes proportions. Sans l'affirmer d'une façon absolue, je serais porté à croire, avec M. Michel Lévy, qu'ici les pépérites sont en relation intime avec le phénomène filonien. Cette opinion paraît encore plus probable après l'étude de la colline du Puy de Marman, bien que le mécanisme de la formation de cette première catégorie de pépérites nous échappe à peu près complètement. Plusieurs tufs du Velay se présentent dans des conditions assez analogues et l'hypothèse filonienne permettrait d'expliquer leurs circonstances de gisement fort embarrassantes avec toute autre hypothèse.

Je serai moins affirmatif à propos du Puy de la Piquette, au sujet duquel je ne puis que réserver mon opinion.

A Gergovie, tous les membres de la Société ont relevé des preuves nombreuses en faveur de l'intrusion du basalte inférieur. Au sujet des pépérites, dont on veut trop souvent lier le sort à celui du basalte, l'accord est loin d'être aussi facile. Une première remarque que n'ont pas manqué de faire beaucoup de nos confrères, c'est que la roche désignée ici sous le nom de pépérite ne ressemble pas entièrement à la roche de Montaudou ou de Marman. Il serait à désirer que l'on précisât la signification des termes et que l'on adoptât des mots différents pour des roches différentes. Quoi qu'il en soit, la question de l'origine et par suite de l'âge des pépérites de Gergovie est restée ouverte. Les faits que l'on a observés n'ont pas paru suffisamment démonstratifs dans aucun sens. Je crois être l'interprète fidèle des sentiments de la Société en déclarant qu'il est aussi dangereux et aussi imprudent d'affirmer d'une façon absolue l'origine intrusive ou filonienne des pépérites de Gergovie que d'affirmer leur origine subaérienne et leur contemporanéité avec

les calcaires. Notre éminent guide nous a d'ailleurs donné lui-même l'exemple d'une sage réserve tout en développant longuement devant nous les raisons qui militeraient en faveur de la première de ces hypothèses.

Dans le Velay, je ne connais rien qui puisse être comparé aux pépérites de Gergovie et qui puisse donner lieu aux mêmes discussions.

Tous les autres gisements de tufs basaltiques observés par la Société me paraissent être des produits de projection. Je n'hésite pas à considérer comme tels les tufs de la butte située au N.-O. de Romagnat. Ici, la roche, bien stratifiée, est composée de lapilis, de cristaux d'amphibole, de matériaux arrachés à la cheminée du volcan. Ces éléments sont peu ou point agglutinés dans certains endroits, les lapilis étant soudés simplement par leurs arêtes et laissant entre eux des vides caractéristiques. Ailleurs, un ciment palagonitique les réunit. Ce sont là des caractères que l'on observe dans les projections des volcans à cratères bien conservés. Et pour le dire, en passant, ce sont là les véritables pépérites, dans le sens du mot italien. Les tufs de Romagnat sont donc, à mon avis, des tufs de projection accompagnant les basaltes des plateaux des environs de Clermont. Je n'ai pas besoin de dire que je ne les considère en aucune façon comme d'âge aquitanien.

Reste à expliquer la nature et l'origine du grand escarpement du Saut-de-la-Pucelle, près de Murols. Pour ma part, je ne saurais y voir encore que des produits de projection peut-être consolidés vers la base par des injections de basalte franc. J'avais déjà eu l'occasion d'étudier cette sorte de dyke avant l'excursion de la Société et, malgré l'apparence offerte par cette grande muraille coupée à pic, j'avais cru reconnaître une brèche formée par projections, identique aux brèches des environs du Puy, dont je parlerai tout à l'heure. D'abord ce simili-dyke est stratifié, surtout à sa partie supérieure, la partie inférieure étant beaucoup plus massive. La roche est, du haut en bas, une brèche formée de morceaux de basalte soudés entre eux par de la matière vitreuse plus ou moins intacte suivant les points. Dans cette brèche sont disséminés des produits étrangers, arrachés à la cheminée du cratère qui a projeté les fragments de basalte. On y voit, en outre, diverses roches primitives, des enclaves d'andésite et des enclaves du tuf ponceux environnant. Ces produits sont également répartis dans toute la masse et non localisés dans telle ou telle région de cette sorte de dyke, par exemple vers les salbandes.

Si l'on gravit les parois abruptes du cirque pour étudier le

sommet de cette grande muraille, on est d'abord tout surpris de voir que, vers l'Ouest, le sol s'abaisse doucement, et l'on reconnaît immédiatement que les brèches bien stratifiées plongent dans cette direction et recouvrent le tuf ponceux sur une grande étendue. De plus, à la partie la plus élevée, la plus difficile à étudier à cause du danger réel que l'on peut courir, on voit une petite coulée de basalte franc intercalée, interstratifiée au milieu des brèches. Et quand on relève avec soin l'allure des brèches dans cette petite région, il est bien difficile d'échapper à l'idée que tout cet ensemble représente l'ancien cratère d'un volcan basaltique. Nous avons là les ruines d'un des nombreux appareils de sortie qui ont donné naissance au basalte qui couronne les plateaux des environs. On pourrait aller plus loin : une étude minutieuse des abords de ce pittoresque accident permettrait de reconstituer sûrement l'ancien cône. Je croirais volontiers que la partie inférieure de l'escarpement représente la cheminée volcanique dans laquelle retombait une partie des projections aériennes. Ainsi s'expliquerait son apparence plus massive, sa liaison insensible avec la partie supérieure bien stratifiée. Ce serait donc une sorte de culot déchaussé vers l'Est par l'effondrement qui a donné naissance au cirque du Saut-de-la-Pucelle.

Nous allons retrouver les mêmes phénomènes dans le Velay, mais sur une échelle plus vaste, et ici il me sera permis d'être beaucoup plus affirmatif. Les personnes les plus étrangères à la Géologie, qui ont visité la ville du Puy, ont été frappées et charmées par son aspect pittoresque. Du milieu de la vallée de la Borne surgit une série de masses rocheuses qui servent de piédestaux à divers monuments : la statue colossale de la Vierge, l'église Saint-Michel, le château d'Expailly, et, dans les environs, les châteaux de Ceyssac, de Polignac, etc. La roche de tous ces curieux accidents ressemble beaucoup à la roche du Saut-de-la-Pucelle. C'est une brèche plus ou moins dure, assez compacte, composée de fragments éruptifs de toutes grosseurs à angles vifs et fortement agglutinés. Au microscope, on voit que ces fragments sont noyés dans une substance vitreuse très prédominante et plus ou moins chargée de produits secondaires. Beaucoup de géologues ont regardé ces énormes rochers comme des dykes.

Lors de la Réunion de la Société géologique au Puy, en 1869, Lory et Delanoue, qui connaissaient les volcans d'Italie, s'élevèrent avec force contre cette attribution et voulurent voir dans ces prétendus dykes des ruines de volcans. Cette opinion ne pouvait être soutenue par ces géologues au moyen de preuves directes, car ils n'avaient

pas eu le temps d'étudier le pays. C'était par analogie avec les pépérîtes d'Italie qu'ils admettaient une commune origine. Ces preuves directes, je puis les fournir brièvement, réservant pour une publication plus détaillée, l'exposé des points secondaires.

Une première observation tranche la question. Sur plusieurs points, ces brèches ignées alternent avec des sables fluviatiles pliocènes. Cette disposition stratigraphique ne saurait faire l'objet d'un doute, puisqu'elle s'observe sur des escarpements presque verticaux et sur plusieurs points. Je signalerai le flanc Est de la montagne de Denise, les deux flancs des vallons de Vals et de Ceyssac. Dans ces localités, les brèches sont parfaitement stratifiées. Cette stratification avait été observée à Ceyssac par Lory et Delanoue et leur avait servi d'argument contre les partisans des dykes.

Au rocher Corneille, cette stratification est aussi très visible au moins vers la partie supérieure ; elle est plus vague vers le bas. Et pourtant le rocher Corneille n'est pas un dyke, car on a exploité autrefois le gypse de l'infra-tongrien du mont Anis en creusant des galeries qui avaient pour toit la brèche éruptive.

Le rocher de Polignac repose sur des sables pliocènes qui sont la continuation de ceux de la montagne de Denise. Ces sables pliocènes avaient été observés par Tournaire qui les regardait comme un placage, Tournaire n'ayant jamais eu connaissance des sables de Denise.

Le rocher Saint-Michel présente quelque chose de particulier. Il est assez différent de son voisin, le rocher Corneille. Celui-ci, en effet, est assis sur un piédestal de terrain tertiaire. Le rocher Saint-Michel a sa base au fond même de la vallée où il est placé comme un pain de sucre. Il paraît vraiment *sortir* du sol. De plus, sa composition est quelque peu différente. C'est bien toujours la même brèche ignée, mais elle se montre traversée du côté Nord-Ouest par un ou peut-être par plusieurs filons de basalte franc. De sorte que pour Saint-Michel on est amené à donner l'explication que j'ai présentée pour le Saut-de-la-Pucelle. Je regarde Saint-Michel comme formé par un culot de projections volcaniques retombées dans la cheminée d'un cratère et consolidées par des filons de basalte. C'est donc une sorte de dyke, mais son origine est bien différente de celle des dykes ordinaires, puisque ceux-ci sont formés de bas en haut par une lave plus ou moins fluide tandis que Saint-Michel se serait formé plutôt de haut en bas par une accumulation de lapilis dans la cheminée même du cratère.

En résumé, les masses de brèche ignée des environs du Puy sont toutes des produits de projection de volcans pliocènes dont il ne

reste plus que des ruines sous forme de témoins isolés et pittoresques. Les rochers Corneille et Saint-Michel sont plus voisins que les autres d'un ancien cratère et Saint-Michel représente probablement le culot d'une cheminée.

On trouve la confirmation de tout ce que je viens de dire dans le volcan de Cheyrac qui est encore assez bien conservé puisqu'on reconnaît la forme du cratère et qui est entièrement formé de roches identiques à celle de Corneille, Saint-Michel, Polignac, etc.

Il y a également dans la chaîne du Velay des volcans dont les cônes, au lieu d'être formés simplement par des scories meubles, sont entièrement composés de brèches identiques à celles du Puy.

La séance est levée à 10 heures du soir.

Séance du 20 Septembre 1890

PRÉSIDENCE DE M. MICHEL LÉVY

La séance est ouverte à 8 heures du soir.

M. Chibret, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la précédente séance, dont la rédaction est adoptée.

M. MICHEL LÉVY rend compte de la course du 19 septembre (1).

*Compte-rendu de l'excursion du 19 septembre à Pardines,
Perrier et Issoire.*

La Société visite d'abord le basalte qui domine la vallée de la Cousse, entre Champeix et Nechers, et dont les affleurements sont visibles à l'Est de la route de Plauzat, à 1 kilomètre de Champeix.

(1) M. Munier-Chalmas, retenu à Paris, a chargé le Président de présenter à la Société ses regrets et ses excuses. Tous les travaux relatifs à Perrier ont été faits en collaboration par MM. Munier-Chalmas et Michel Lévy. Cependant M. Michel Lévy désire constater ici que c'est M. Munier-Chalmas qui a principalement étudié l'âge de la faille de Perrier et montré que le basalte β^o du ravin de la Grande-Combe n'est pas intrusif.

Ce basalte repose sur les cailloutis du Pliocène moyen, au niveau même occupé, un peu plus à l'Est par les lambeaux glaciaires des environs de Coudes. On l'a rapporté, avec doute, aux basaltes β^2 postérieurs au Pliocène supérieur, antérieurs à l'approfondissement définitif de la vallée quaternaire.

Puis, la Société se dirige sur le village de Pardines, et avant de toucher le basalte, elle constate, dans les éboulis des pentes, de nombreux cailloux de quartz blanc très roulés, très polis, et souvent revêtus d'une patine d'oxyde rouge de fer. M. MICHEL LÉVY signale que ces galets sont extraordinairement abondants sur tout le versant septentrional du basalte de Pardines; ils proviennent du démantèlement d'un poudingue qui existe en place sous le basalte et qu'on peut observer notamment au col à 571 mètres entre Boissac et Sauvagnat. MM. MUNIER-CHALMAS et MICHEL LÉVY (1) rapportent, avec doute, ce poudingue, qui ne contient aucune roche volcanique, au Miocène supérieur. En tout cas, il est superposé à l'Oligocène et entamé par les érosions pliocènes.

On gravit ensuite le basalte (2) de Pardines dont le sommet forme un vaste plateau, et, sous la direction de M. GONNARD, on recueille des échantillons de la roche volcanique contenant d'assez grands fragments d'orthose adulaire; généralement ce minéral est isolé et décapé; cependant on trouve aussi quelques rares fragments de granite englobés dans le basalte; M. LACROIX a d'ailleurs démontré que cet orthose est déformé. Il a donc subi, déjà consolidé, l'action de la haute température de la coulée basaltique, comme en font aussi foi les nombreuses inclusions vitreuses secondaires qui se développent à sa périphérie.

A un kilomètre de Pardines, et sans perdre sa parfaite horizontalité, le plateau change subitement de nature. Au basalte succède de plain-pied le Pliocène glaciaire; une coupe naturelle, ménagée par un éboulement, permet de constater que les masses de conglomérat sont venues s'appuyer sur le basalte, déjà entamé par une érosion plus ancienne et, ont comblé la vallée creusée par cette érosion.

La descente par le chemin du ravin de la Grand'Combe permet d'étudier dans toutes ses particularités le conglomérat pliocène supérieur; M. Julien a, le premier, émis l'hypothèse que ce con-

(1) Michel Lévy et Munier-Chalmas. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1889, t. XVII, p. 263.

(2) Le basalte de Pardines ($_1$), antérieur au Pliocène p^0 , est du type ordinaire $_{10}P_4$ $_{t_2}F_1$, très riche en olivine, assez vitreux. Il contient quelques enclaves intéressantes à anorthite et pyroxène, moulées par un verre riche en oligiste.

glomérat était glaciaire. Il contient des fragments anguleux de toutes les roches volcaniques du Mont-Dore ; certains basaltes présentent des faces polies et striées ; quelques blocs, notamment à l'éperon du plateau vers le Sud-Est, ont des dimensions colossales : un bloc de trachyte de 30^m de côtés sur 15^m de hauteur y repose à l'altitude de 520^m, sur le cordon de galets marqué n° 5 dans la coupe, fig. 75.

Mais à côté de ces roches solides, le conglomérat contient des paquets intacts d'arkoses à peine cohérentes, d'argiles rouges, de cinérites peu agglutinées, le tout emballé dans une cinérite presque pure de tout mélange.

Quelques membres de la Société, notamment MM. GOSSELET et BARROIS, font ressortir la singulière composition de cette cinérite qui ne ressemble guère aux boues glaciaires, pas même à celles du glaciaire quaternaire du Cantal. M. MICHEL LÉVY appelle l'attention sur les quelques roches nettement striées dégagées par les membres de la Société, et sans nier l'apparence toute spéciale et singulière de ce conglomérat, il fait ressortir que toute hypothèse, autre que l'hypothèse glaciaire, explique encore plus difficilement la variété des blocs apportés, leur nature parfois extraordinairement friable, leur taille, leur polissage et leurs stries.

Le phénomène de transport qui a amené le conglomérat à Perrier, a du reste alterné avec des périodes franchement fluviales : les coupes, fig. 74 et 75, relevées en collaboration avec M. Munier-Chalmas et dans lesquelles les altitudes ont été sensiblement respectées, montre qu'on peut suivre, dans le Pliocène supérieur, deux cordons de galets continus (4 et 5), présentant une pente moyenne de 3 % et séparés l'un de l'autre par une hauteur verticale de 15 à 20 mètres. Le cordon inférieur (4) atteint, à l'ouest du ravin de la Grand-Combe, une altitude de 600 mètres, et s'abaisse vers l'Est jusqu'à 500^m.

La Société l'a croisé à la base du conglomérat glaciaire, au-dessus du basalte de la Grand-Combe, à l'altitude intermédiaire de 565^m environ. Il contient surtout des galets de basalte et des sables dans lesquels on a trouvé de nombreux ossements fossiles de la faune supérieure de Perrier.

Presque immédiatement au-dessous, le chemin entame le basalte β° de la coupe fig. 75. C'est dans ce basalte que M. Munier-Chalmas a découvert les zéolites et les lamelles feldspathiques que M. Michel Lévy a déterminées (1). La Société a pu y recueillir quelques échantillons de chabasie, variété phacolite.

(1) Michel Lévy, *Bull. Soc. minér.* 1866, t. X, 69.

La coulée basaltique s'arrête au milieu de cinérites ponceuses alternant avec des sables fluviatiles qui font contraste avec le conglomérat glaciaire à gros blocs variés, surmontant le cordon

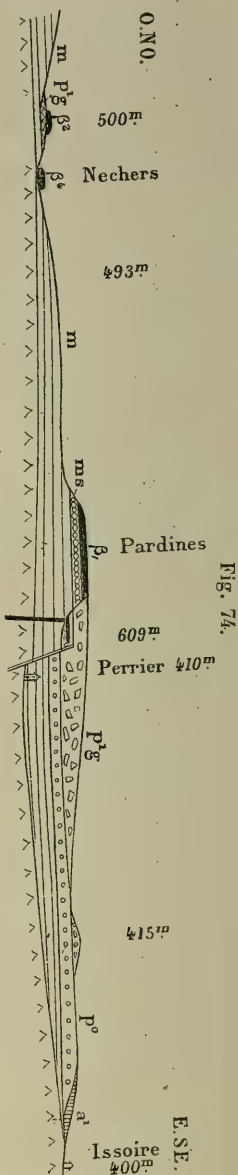
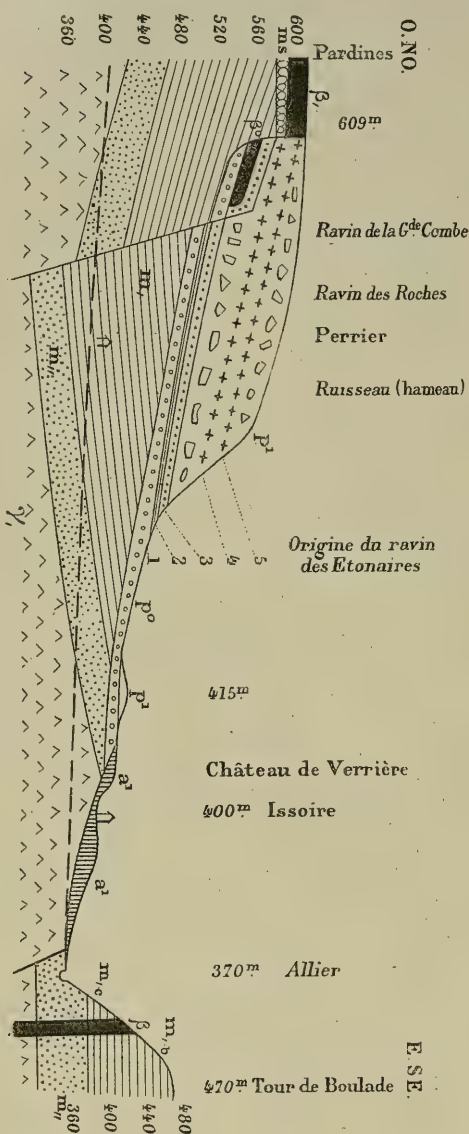


Fig. 75.

Coupe d'ensemble des environs de Perrier à l'échelle de $\frac{1}{80.000}$.



Echelle des distances $\frac{1}{60.000}$; échelle des hauteurs $\frac{1}{10.000}$.

γ₁ Granite. — m₁ Arkoses. — m₁ Calcaires à Potamides et à Linnées. — m₂ Miocène supérieur. — p⁰ Pliocène moyen. — p¹ Pliocène supérieur. — a¹ Alluvions anciennes. — β Basaltes.

de galets n° 4. Immédiatement au-dessous du basalte, on voit un poudingue à gros galets très roulés et polis de basalte porphyroïde, de quartz, de granite, avec sables quartzeux; il est ici à une altitude de 230^m et repose sur les couches à *Limnées*; de sorte que les ponces fluviatiles (3 et 2), le basalte β^0 et le poudingue (1) ont une épaisseur totale d'environ 35^m; c'est là le Pliocène moyen ou niveau inférieur de Perrier.

En continuant à descendre, la Société peut constater qu'elle a sous ses pieds les couches à *Limnées*, tandis que, 40^m plus bas, on voit encore les cinérites fluviatiles : on passe en effet sur une faille NNO-SSE, dont l'effet sur les divers terrains en vue est très remarquable et d'une parfaite netteté : cette faille intéresse le Pliocène moyen, dans lequel elle a déterminé une sorte de falaise abrupte par dessus laquelle les blocs glaciaires ont roulé en s'accumulant à son pied. On voit très nettement le cordon fluviatile n° 4 du pliocène supérieur, qui en occupait la base avant la faille, continuer son chemin sans être influencé par elle, tandis que le poudingue n° 1 est rejeté d'environ 40^m.

La coupe du Pliocène moyen fluviatile peut être relevée en grand détail, à l'Est de la faille; les ravins en présentent en effet des coupes entièrement décapées; en voici le détail de haut en bas :

P^1_g { Cinérite avec blocs glaciaires et perles d'obsidienne,
ravinant les couches fluviatiles sous-jacentes.

Cote de 530 mètres.

P^0	{	(3)	Environ 20 ^m de sables quartzeux, micacés et ponceux, alternant avec de petits délités argileux. Cote de 510 mètres.
		(2)	Cinérite fine jaunâtre. Couches fissiles avec empreintes de plantes. Marnes argilo-sableuses. Marnes verdâtres micacées. Cote de 490 mètres.
		(1)	Poudingue inférieur avec basalte et grande abondance de galets de quartz, de granite, de granulite, de gneiss.

Cote de 486 mètres.

m . Marnes à *Limnées*.

A la tuilerie du pont d'Estrade, vers 430^m d'altitude, on est à la limite des arkoses supérieures et des couches à *Potamides*; la base

de la carrière est ouverte dans des bancs argileux, rouges et verts. Au sommet apparaissent quelques bancs calcaires saumâtres. Dans des grès intermédiaires à ciment calcaire, on trouve le *Potamides Lamarcki*.

La descente vers Issoire permet de constater la transgressivité du Pliocène sur l'Oligocène; tandis que le Pliocène descend rapidement vers l'Est, les couches oligocènes présentent un pendage inverse et le granite affleure vers Issoire. Le bassin oligocène remplit sous Pardines et Perrier un synclinal à faible pente, dont la coupe Fig. 74 donne une notion exacte; car l'échelle des hauteurs n'y est pas sensiblement amplifiée.

La Société, guidée par MM. BIÉLAWSKI et GONNARD (1), se rend chez M. BAREIRE, Juge de Paix du Canton d'Issoire, qui met gracieusement à sa disposition un grand nombre de galets de fibrolite, recueillis dans les alluvions anciennes de l'Allier, au voisinage du château de Verrière. M. MICHEL LÉVY fait remarquer que ce sont bien les alluvions anciennes de l'Allier qui contiennent les galets de fibrolite; dans une course commune faite avec M. Fouqué en 1880 dans le Cantal, de nombreux gisements de fibrolite (sillimanite) ont été découverts en place, dans les gneiss de la vallée de l'Allagnon, au contact des filons de granulite qui les traversent. Ces gisements rappellent entièrement ceux du Morvan. Il est vraisemblable que les galets de fibrolite des alluvions anciennes des environs d'Issoire proviennent des gneiss de la rive gauche de l'Allier.

M. TARDY fait la communication suivante :

Les Anciens Glaciers de l'Auvergne,

par M. Tardy.

Pendant la réunion de la Société dans le département du Puy-de-Dôme, celle-ci a vu sur plusieurs points des dépôts qui lui ont été signalés comme ayant une origine glaciaire, soit pour les uns, soit pour les autres des explorateurs de cette région. L'aspect de ces dépôts est assez variable; les uns présentent une stratification

(1) Voir à ce sujet un intéressant travail de M. Gonnard, sur les gisements de fibrolite du Plateau Central, *Bull. Soc. Minér.* 1883, VI, 294.

confuse, les autres n'en offrent aucune trace. Ces différences d'aspect sont-elles propres aux terrains glaciaires ou caractérisent-elles des formations différentes? Tel est le problème que j'ai cherché à résoudre.

En poursuivant mes recherches sur le Quaternaire et le Pliocène de la Bresse, j'ai constaté que les époques de plus grandes extensions de dépôts erratiques alpins dans cette région, sont en nombre très restreint, et se placent dans la série stratigraphique, en des points nettement délimités, par la succession très complète des assises de la Bresse. Le premier dépôt erratique alpin de cette région est à la base des mollasses; ses cailloux alpins se poursuivent au pied du Jura, dans le bassin Bressan, au-delà de la latitude de Bourg. Leur nombre allant en diminuant à partir du Sud vers le Nord, prouve qu'ils sont venus en Bresse en contournant le Jura par le Sud. Ils ont ainsi parcouru plus de chemin que les cailloux alpins, transportés en Bresse par des Glaciers admis aujourd'hui par tous les géologues. C'est pourquoi il me semble difficile de ne pas accorder à ces dépôts une première origine glaciaire, sauf à les faire remanier par les eaux de la mer des Mollasses.

Le deuxième dépôt erratique alpin repose partout sur les mollasses. Il est toujours antérieur au Pliocène lacustre. Lorsque le Pliocène butte contre les mollasses, comme à Anjoux, on voit le produit de la désagrégation de ce dépôt erratique intercalé entre les mollasses et les couches pliocènes. Ce dépôt est donc nécessairement antérieur au pliocène et postérieur aux mollasses.

En Bresse, les cailloux alpins de ce dépôt erratique vont encore plus loin au nord que les cailloux de la base des mollasses. On peut donc penser que là encore on a affaire à un ancien dépôt glaciaire.

Le dépôt erratique de la base des mollasses, repris par les eaux de la mer, à l'époque de l'invasion de la mer des mollasses, a été transformé le plus souvent en une alluvion de rivage ou de plage. Ces deux mots sont ici des synonymes, car il est souvent difficile de savoir si on a affaire au rivage d'une rivière ou à la plage d'un lac ou d'une mer.

Le dépôt erratique de la base du Pliocène est partout analogue aux dépôts erratiques quaternaires, formés au devant des anciennes Moraines de Seillon et de Lyon; aussi la fixation précise de son âge n'est-elle faite avec certitude que par l'intercalation de ses cailloux entre les mollasses et les couches de la base du Pliocène lacustre.

Ces deux dépôts erratiques, lorsqu'ils sont remaniés par les

eaux, n'ont conservé aucun des caractères qui pourraient, sans contestation, leur assurer une origine glaciaire. Ce n'est donc que par comparaison avec des dépôts glaciaires incontestés, que j'ai pu arriver à la conviction qu'ils doivent leur origine à des glaciers.

Le Pliocène lacustre de la Bresse, tout en renfermant de nombreux lits de cailloux roulés, ne contient pas de véritables Moraines. Il en est de même des couches pliocènes de la vallée du Rhône.

Au contraire, dans les couches situées entre Bourg et Lyon, dont j'ai fait le Pléistosème de ma nouvelle division, on trouve notamment sous les villages de Montcey et de Vandeins, à l'Ouest de Bourg, une couche de cailloux mêlée d'argile, présentant tous les caractères d'une véritable Moraine. Cette assise intercalée dans les couches pléistosèmes, abonde en cailloux striés, en blocs de provenances éloignées, dispersés dans ce banc, au milieu d'une argile blanchâtre. De temps à autre, on trouve dans cette assise, d'assez gros blocs, un demi-mètre cube et plus, d'un granite porphyroïde, dont le lieu de provenance est dans le haut Valais, sur la rive droite du Rhône.

La position stratigraphique de cette Moraine est très bien définie. Elle est postérieure au Pliocène à *Mastodontes*, et même postérieure à l'*Elephas Meridionalis*, dont les ossements, les dents ou les défenses ne se trouvent que dans des assises plus anciennes que cette Moraine. Les silex striés, observés à Saint-Prest, près de Chartres, sont dans la même position stratigraphique que la Moraine dont je parle.

Il semble donc raisonnable de supposer à ce phénomène glaciaire une grande extension géographique, car il est difficile d'expliquer autrement que par des glaciers, les dépôts de silex striés observés à Saint-Prest, entre Paris et Chartres.

Après la formation des assises du Pléistosème, on trouve une dernière grande extension des glaciers, dont les Moraines sont pour la plupart restées intactes à la surface du sol. Cette dernière extension est celle qui a été la première reconnue, celle à laquelle on a d'abord rapporté tous les témoins glaciaires observés.

Les Moraines de cette dernière grande extension sont partout en Bresse, à la surface du plateau, au-dessus de toutes les couches. Ce sont les Moraines de Seillon, de Sathonay, etc., pour ne citer que les plus connues, admises par tout le monde, découvertes et signalées par E. Benoit.

M. Michel-Lévy a montré à plusieurs reprises, pendant la réunion

de Clermont-Ferrand, des cinérites à plantes qui forment le soubassement du massif volcanique du Sancy. La flore de ces cinérites les fait contemporaines des tufs de Meximieux, c'est-à-dire de la base du Pliocène lacustre de la Bresse et d'Hauterives.

Si de la région du Sancy explorée par la Société en 1890, on se transporte au Puy, où la Société se réunissait en 1869, on voit que les coulées basaltiques forment plusieurs terrasses successives, indiquant très nettement que leur âge correspond à ce que j'ai appelé une deuxième section d'étage dans ma nouvelle division (*sème*) des étages de la fin du Tertiaire. Il résulte de ce fait et des fossiles trouvés à Soleihac, que toute la série trachytique et basaltique est comprise dans les limites de mon étage pliosème. Les premières, les roches trachytiques, andésitiques, etc., appartiennent en apparence à la première partie de l'étage, et les roches basaltiques à la seconde section.

La position des roches éruptives étant ainsi nettement fixée, les deux grandes extensions glaciaires de la Bresse, celle du Pléistosome et celle du Quaternaire proprement dit, peuvent se rencontrer autour des pitons volcaniques du centre de la France, représentées par des Moraines de fond, de front ou de flanc. En Bresse comme dans toutes les régions occupées par les anciens glaciers des Alpes, les cailloux striés abondent, parce que les montagnes des Alpes renferment plusieurs roches susceptibles de prendre un beau poli et par conséquent de se rayer très finement. Au contraire, dans le massif volcanique du centre de la France, on ne trouve que peu de roches polissables : des cailloux de fibrolite, des silex tertiaires ; c'est tout pour les assises antérieures à la période volcanique. Parmi les roches éruptives, le basalte compact est la seule roche capable de prendre une apparence de poli, qui disparaît bientôt si la roche reste soumise aux diverses actions destructives de notre atmosphère.

Le caractère des stries sur les cailloux est donc un caractère très fugitif dans le centre de la France, et il convient d'y suppléer par tout ce que peut nous suggérer l'observation des Moraines bien mieux caractérisées de la région des Alpes.

- Dans la région occupée autrefois par les glaciers des Alpes, toute Moraine frontale a la forme d'un arc de cercle dont la concavité est tournée vers le point d'où venait le glacier. Cette colline arquée ne ferme pas complètement la vallée, elle laisse une issue, celle par laquelle passait le torrent de vidange du glacier. Cette colline a généralement une crête encore bien marquée. A partir de cette crête, les deux versants de la Moraine ont une pente inégale. Le

côté intérieur, celui qui regardait le glacier, a une pente rapide, l'autre, au contraire, a une pente très douce. Cette forme constante des Moraines frontales de la dernière grande extension des glaciers quaternaires, suffit en général à les faire reconnaître.

La Société n'a rencontré nulle part de Moraines de ce genre, mais après la réunion, j'ai eu l'occasion d'en montrer une à l'un de nos confrères, sur la route de Bort, à Condat, à la sortie de Champs.

Une autre Moraine de ce genre se trouve à Perrier, près d'Issoire, au Sud de la Couze.

En amont de cette dernière Moraine, lorsqu'on suit les flancs de la vallée de la Couze, du côté Sud, on marche sur la crête d'une Moraine latérale. Si de cette crête on regarde vers le Nord, on voit une longue terrasse faiblement inclinée de l'Ouest à l'Est, qui passe au-dessous du village de Pardines. Cette terrasse qui s'arrête à l'Est, en face de la Moraine transversale de la Couze, doit être la Moraine latérale nord du glacier quaternaire de la Couze.

Ce glacier quaternaire suivait la vallée de la Couze, dans la même direction que le cours d'eau actuel. Le fond de la vallée était alors à dix ou vingt mètres près, au-dessus du lit actuel de la rivière vers Perrier.

À Champs (Cantal), à l'Est de la station de Bort (Corrèze), la Moraine frontale était à l'Est du glacier, dont de nombreux témoins existent entre Champs et Bort, sous les éboulis des gneiss et des micaschistes. Rien ne manque sur ce point au paysage glaciaire, ni les Moraines de front, ni les Moraines de fond, ni les roches polies et moutonnées par le glacier, situées au Sud de la route, à quelques pas de celle-ci.

Mais le glacier, au lieu de venir du massif du Sancy situé au Nord-Est, venait sans doute de quelques hauts plateaux situés autour de Bort, et que notre exploration trop restreinte ne nous permet pas d'indiquer.

Sur d'autres points du Plateau Central, auprès de la gare de Neussargues, par exemple, j'ai encore observé des dépôts glaciaires, mais sans pouvoir y apporter le contrôle si utile des cailloux striés.

Ces trois points : Champs, Neussargues et Pardines, suffisent à établir l'existence des Glaciers de la dernière extension du Quaternaire, dans le Plateau Central de la France. Reste aux géologues locaux et à ceux qui exécutent la carte détaillée de la France, à délimiter ces Glaciers.

En Bresse, les Glaciers pléistocènes ont étalé leurs dépôts sur le bord d'un lac.

Ces dépôts, bientôt recouverts par les argiles apportées par tous

les cours d'eaux qui leur ont succédé, ont été préservés de toute destruction ultérieure. Mais, partout ailleurs, les torrents, les pluies, etc., ont désagrégé les dépôts erratiques de cet âge et les ont réduits le plus souvent à des amas de cailloux, au milieu desquels se trouvent quelques cailloux striés. Quelquefois même les témoins de cet âge se réduisent à quelques gros blocs erratiques que les torrents ultérieurs n'ont pu entraîner et rouler.

A Saint-Prest, entre Paris et Chartres, le dépôt glaciaire a été laissé dans le lit de l'Eure pliocène, et cette rivière, en prenant une partie des cailloux stratifiés en Moraine, les a étalés et ensablés, les préservant ainsi de toute usure ultérieure. Ces dépôts formaient, lorsque je les ai vus, la paroi exploitée de la sablière et m'ont paru, à cette époque, devoir bientôt toucher à leur fin, c'est ce qui m'engage à les signaler ici, en parlant de leurs contemporains.

En Auvergne les glaciers pléistocènes peuvent avoir laissé des traces. L'extension de ces glaciers jusqu'à Saint-Prest, prouve que les glaciers avaient à cette époque une extension démesurée, bien supérieure à celle des derniers glaciers quaternaires. En Auvergne, le massif avait vraisemblablement tout son relief, ses sommets devaient, dans le Cantal, s'élever, d'après M. Rames, à trois mille mètres d'altitude; beaucoup de vallées n'étaient pas creusées, ou n'étaient pas aussi profondes qu'aujourd'hui. Toutefois, on doit être bien réservé dans ces affirmations.

En effet, entre Privas et Chomérac (Ardèche), la route coupe sur deux points une alluvion, qui peut être une moraine ou l'alluvion d'un torrent impétueux (pour en décider, il faudrait une étude plus approfondie de la région). Mais ce dépôt repose sur des rochers qui dénotent un relief moins accusé que celui des rivières actuelles. Ainsi, à Chomérac, le ravin profond qui entoure la ville n'existait pas à l'époque du charriage des cailloux basaltiques du dépôt qui est à l'entrée de la ville du côté de Privas.

Néanmoins, avant l'arrivée des basaltes qui couronnent aujourd'hui les hauteurs, au Sud de la route, il y avait, sous le chemin de fer, entre les deux viaducs de Privas et d'Alissas, et près de ce dernier, une vallée aussi profonde que le ruisseau actuel, dont la dépression a été complètement comblée par des éboulis de calcaire jurassique, recouverts plus tard par l'alluvion torrentielle à cailloux basaltiques mentionnée ci-dessus, à la porte de la ville de Chomérac. Cette vallée était donc antérieure aux basaltes miocènes, de l'âge des mollasses, qui forment la chaîne des Coirons.

Cette vallée était donc séparée des vallées des Coirons, remplies aujourd'hui de basaltes, par une haute chaîne qui limitait au nord

le bassin des Coirons. Ce bassin est très nettement indiqué du reste, par les contours de la coulée basaltique des Coirons de l'Ardèche. Ce plateau basaltique a, aujourd'hui, de 700 à 1000 mètres d'altitude; la chaîne de montagnes qui le limitait au Nord avait donc plus de mille mètres d'altitude, puisqu'elle a empêché l'extension de la coulée basaltique vers le Nord. La plus grande partie de cette chaîne a aujourd'hui disparu et les rivières ont complètement modifié l'orographie du pays.

On ne peut donc compter sur l'orographie actuelle, que pour trouver les moraines de la dernière extension quaternaire. Pour tous les autres glaciers, même ceux du pléistocène, l'orographie actuelle ne nous est plus d'aucun secours, et les faits observés pendant la réunion de Clermont le prouvent constamment.

Près de Murols, M. Michel Lévy montre à la Société le grand Dyke du Saut-de-la-Pucelle, à sa droite et à sa gauche, une chemise de Cinérite, et au Nord, sur une coulée de conglomerat, du terrain glaciaire. Pendant que la Société explorait le sommet du Dyke, j'ai examiné rapidement ce glaciaire qui forme aujourd'hui le point le plus élevé de toute cette montagne. La plupart des cailloux et des blocs sont assez fortement arrondis, on pourrait en faire une alluvion torrentielle; mais ce témoin repose sur une cinérite déposée dans l'eau et stratifiée. Cette disposition : matériaux fins à la base, galets et blocs en haut d'une même assise, se retrouve constamment dans la région occupée par les glaciers quaternaires des Alpes, lorsque l'assise est terminée par une moraine. On peut donc considérer le mode de succession indiqué ci-dessus comme un caractère propre à signaler le voisinage des dépôts glaciaires.

Au contraire, loin des glaciers, dans le bassin de Paris, par exemple, une alluvion purement fluviale renferme toujours un lit de fond formé de gros cailloux, puis au-dessus des matériaux de plus en plus fins jusqu'au lehm qui termine l'alluvion en haut. Cette dernière disposition se retrouve à Clermont-Ferrand, dans l'alluvion montrée par M. Boule, à la Société, sur la route de Murols, au retour de l'excursion du premier jour à Royat. Cette disposition n'est pas de nature à faire admettre pour ce dépôt une origine glaciaire, malgré la présence d'un caillou strié, recueilli par M. Boule.

La cause de la différence de ces deux modes stratigraphiques dépend de la place qu'occupent les glaciers et leurs extensions, dans la succession des mouvements oscillatoires de l'Océan et des continents.

A l'Est de Murols, entre Montaignut et Ludesse, M. Michel Lévy

signale un nouveau lambeau de glacière. Celui-ci repose encore sur un lit de cinérite. A la base de ces cinérites, on trouve une alluvion de cailloux anciens très roulés, mêlés de cailloux basaltiques moins roulés, mais les conditions défectueuses du lieu (des caves à vin) ne permettent pas de bien préciser les allures de ce dépôt.

Au Nord de Ludesse, à Veyre-Monton, on voit une montagne formée de cinérites blanches très bien stratifiées, recouvertes par un amas de blocs. En placage, contre les dépôts précédents, on voit du côté du village une grande masse blanche formée de cinérites renfermant de nombreux blocs de toutes sortes de roches de la région. Si quelques-uns de ces blocs sont roulés, les autres le sont fort peu.

Tous les cailloux du dépôt précédent offrent, au milieu de la cinérite, une disposition très régulière; la ligne de plus grande pente, tracée sur la plus grande surface de chaque caillou, est parallèle à une direction commune pour tous ces cailloux, et inclinée dans le sens de la pente de la montagne, indiquant ainsi des éboulis ayant glissé au jour le jour. Pour ce motif, je n'ai pu, sur les lieux, le jour de la visite de la Société, accepter la qualification de terrain glaciaire pour ce dépôt.

La couche supérieure de la montagne offre, au contraire, l'aspect glaciaire; c'est peut-être la continuation du dépôt du Saut-de-la-Pucelle, près de Murols.

A Veyre-Monton, comme à Murols, le dépôt glaciaire forme le sommet du pays; cette situation prouve que toutes les érosions du massif sont postérieures à ces dépôts glaciaires.

A Marmont, à quelques pas au Nord de Veyre, la cinérite inférieure manque parce que le niveau des rochers se relève, mais le dépôt erratique supérieur subsiste. On est sans doute là sur le bord du bassin rempli par les cinérites pliocènes.

Au Sud de Veyre-Monton, à l'Est de Murols, sur les flancs de la colline de Perrier, près de la ville d'Issoire, j'ai trouvé des cailloux striés, et la Société, sur un autre point, en a trouvé deux. On peut donc, après M. Julien qui les a signalés dès 1869, conclure qu'il y a du glaciaire à Perrier. Mais la Société n'ayant pas fixé l'importance du dépôt, je suis revenu à Issoire, relever la coupe détaillée de la côte, en la prenant sur quatre points différents. En outre, le lendemain, avec M. Bielawski, je l'ai contrôlée à distance du sommet de la Moraine de la Couze.

A la base de la montagne, sur les rives de la vallée, on voit les argiles versicolores inférieures à *Helix Ramondi*, sans doute le

niveau de Ronzon. Au-dessus, dans un bassin creusé dans les assises précédentes, on voit les calcaires blancs à Limnées, Planorbes, etc. Puis, dans une vallée profondément creusée au milieu des calcaires précédents, on trouve des alluvions grossières en haut, plus fines en bas, reposant sur des schistes à plantes. La position de ces assises sera facile à faire tout à l'heure. Les derniers lits de cet ensemble passent sur le dyke basaltique qui se trouve du côté de l'Ouest, entre les villages de Perrier et de Pardines. Sur tout cet ensemble on aperçoit un banc de cinérite stratifiée dans l'eau d'un lac dont le centre était vers le Nord-Ouest.

Au-dessus du système précédent, on trouve des conglomérats volcaniques divisés en plusieurs assises, mais surtout en deux grosses masses dans la partie Est de la montagne. Entre ces deux masses, il y a une alluvion de gros cailloux, dénotant un courant allant de l'Ouest à l'Est, parallèle peut-être à la Couze; mais le lit qui est le plus apparent à l'Est, n'est pas au niveau du lit le plus apparent de l'Ouest.

La disposition et le nombre des lits principaux de cet ensemble place ces couches dans une première section de ma division. Or, j'ai déjà dit que les coulées de basalte forment la deuxième section de mon Pliocène; les conglomérats qui les précèdent sont ainsi à Perrier, de la première section du Pliosène.

Les alluvions situées sous les bancs de conglomérats et sur les calcaires à Limnées, sont de l'étage des mollasses, avec le dyke de basalte situé à l'Ouest de la coupe. C'est l'âge des basaltes du Puy Courny, près d'Aurillac, et des basaltes des Coirons de l'Ardèche.

Dans les conglomérats précédents, les cailloux se présentent sans aucun ordre quel qu'il soit, lorsque ce conglomérat est purement volcanique. Au contraire, au-dessus des conglomérats éruptifs, sur trente à quarante mètres de hauteur, on voit, en haut de la côte de Perrier, un placage de conglomérat, dans lequel tous les cailloux plats ont la même position. La présence dans ce dépôt de cailloux striés, l'état trituré des ponces, la ressemblance avec le dépôt du sommet de la montagne de Veyre-Monton, tout concourt à faire admettre, pour ce placage d'un mètre et demi d'épaisseur, une origine glaciaire. Ce dépôt glaciaire très peu épais est discontinu et peu étendu.

Au-dessus du dépôt glaciaire, il y a une alluvion formée à ses dépens, puis le tout est surmonté par un lehm assez épais. Sur les pentes, la dégradation de ce lehm a rempli quelques poches d'un loess calciteux, dont les lits inférieurs ont dû fournir un Eléphant, un Mastodonte et un Rhinocéros, association peu faite

pour entraîner la conviction que ce dépôt est intact et n'a jamais été remanié par le cours d'eau de la fin du Quaternaire.

A Perrier, comme à Veyre, à Montaigut et à Murols, les dépôts qu'on peut admettre glaciaires sont sur les sommets, ont peu d'épaisseur verticale, trente à quarante mètres au plus, et restent suspendus bien haut au-dessus du fond des vallées. L'orographie actuelle était donc à peine ébauchée, et l'on ne devait être sorti de la période éruptive que depuis peu de temps. La période éruptive comprend tout le Pliocène, mon Pliosème, et le glacier important qui suit cet étage, en Bresse, est du milieu de la première section de mon Pléistosome, c'est-à-dire proche voisin de la fin du Pliosème, et comparativement très loin de la dernière grande extension des glaciers quaternaires. On peut donc, avec beaucoup de probabilités, admettre le glacier de Murols, Perrier, Veyre, contemporain de la grande extension pléistosome de la Bresse, celle du septième erratique de mes notes du Bulletin de la Société géologique sur cette région.

M. Gosselet fait la communication suivante :

Plusieurs fois dans nos excursions, il a été question de Pliocène et de Quaternaire, je ne crois donc pas que ce soit un hors d'œuvre de dire quelques mots sur la question générale de la limite entre ces deux terrains.

D'abord le terme de quaternaire est assez mauvais, car ce que nous appelons terrain quaternaire n'a nullement la valeur que nous attribuons aux ensembles des couches désignées sous le nom de primaire, secondaire, tertiaire, mais ce terme est maintenant implanté dans la science et il sera bien difficile de l'en déloger.

Il ne faut pas s'attendre à trouver une limite tranchée entre le Quaternaire et le Pliocène; il est certain qu'ils passent de l'un à l'autre et qu'il est tout aussi difficile de les séparer que de tracer une ligne séparative entre les autres étages géologiques. Ces limites sont toujours artificielles. Faciles à établir dans les régions, où il y a une lacune sédimentaire, elles sont vagues et incertaines là où la sédimentation a été continue.

Dans son ensemble, l'époque quaternaire est caractérisée par plusieurs phénomènes qui en font une époque à part dans l'histoire de la terre. C'est le creusement des vallées, le développement des glaciers et l'existence d'une faune spéciale, et particulièrement l'apparition de l'homme. C'est à tel point que les termes d'époque

diluvienne, époque glaciaire, époque paléolitique sont synonymes de celui d'*époque quaternaire*.

Il y avait déjà des vallées avant l'époque quaternaire; je crois même que quelques-unes sont très anciennes. Ainsi, à l'exemple de M. de la Vallée Poussin, j'ai fait dater la Meuse du commencement de l'époque éocène (*Ardenne*, p. 845). Mais ces vallées anciennes ont été profondément creusées à l'époque quaternaire; en même temps, il s'en produisait de nouvelles et l'on peut dater de l'époque quaternaire le système orographique actuel. Sans doute, il s'est fait progressivement; les vallées étaient déjà plus profondes à l'époque pliocène qu'à l'époque éocène; mais, je le répète, c'est à l'époque quaternaire qu'elles ont subi leur principal, si non leur dernier coup de burin.

Laissant de côté les glaciers encore bien problématiques du Dévonien et du Permien, on peut dire que les glaciers ont commencé à la fin de la période tertiaire, mais qu'ils n'ont acquis leur grand développement qu'à l'époque quaternaire.

Enfin, la faune quaternaire est presque la faune actuelle; plusieurs espèces ont émigré, mais bien peu sont éteintes. Elle se rapproche beaucoup aussi de la faune pliocène parce que l'évolution organique s'est faite peu à peu, et que toutes les faunes passent successivement et graduellement de l'une à l'autre. Mais il est certain que la faune quaternaire est plus voisine de la faune actuelle que de la faune du dernier étage tertiaire bien caractérisé, tel que l'Astien.

Or, les fossiles en quelque sorte les plus caractéristiques de la faune quaternaire dans l'Europe septentrionale, sont les Eléphants (*Elephas antiquus*, *E. primigenius*).

Pour ces diverses raisons, je voudrais voir réunir au Quaternaire ce que nous avons appelé, pendant nos excursions, Pliocène supérieur, caractérisé par *Elephas meridionalis*. Nous avons constaté qu'à cette époque les vallées étaient déjà assez profondément creusées, et les glaciers étaient développés comme semble le prouver le conglomérat de Perrier.

Enfin, l'homme remonterait aussi à cette époque, si, comme le croient des savants autorisés, les silex de Saint-Prest sont bien des silex taillés intentionnellement.

Quelle que soit l'idée que nous nous fassions de l'homme, sa présence sur la terre comme être intelligent et industriel, indiquée par la taille des instruments et la découverte du feu, est la marque d'une ère nouvelle, celle au milieu de laquelle nous vivons.

Sous ce rapport, le nom de Quaternaire peut être retenu pour

comprendre ce que l'on a quelquefois appelé l'ère hominale, ère que l'on pourrait, en envisageant surtout les phénomènes physiques, diviser en deux étages, le *Pleistocène*, qui correspondrait à notre Quaternaire actuel, et l'*Holocène* (1), qui comprendrait ce que nous appelons souvent terrain récent.

Sur la Limite entre le Pliocène et le Quaternaire.

par M. Marcellin Boule

Je désire ajouter quelques mots à l'intéressante communication de M. Gosselet. Ma manière de voir est bien voisine de celle de notre savant confrère puisque, dans un travail paru il y a deux ans à peine (2); ayant à m'occuper de la classification des terrains les plus récents, j'ai fait commencer le Quaternaire à l'*Elephas meridionalis*, c'est-à-dire après le Pliocène à *Mastodon arvernensis* ou Pliocène moyen de la majorité des auteurs.

J'ai obéi à diverses considérations. Il m'a semblé que la configuration actuelle des terres et des mers date véritablement de cette époque, les dépôts marins postérieurs à l'Astien étant relativement insignifiants. En faisant le relevé des observations récentes sur les terrains quaternaires de toute l'Europe, il m'a paru qu'il y avait une relation stratigraphique plus intime entre ces terrains quaternaires et les terrains à *Elephas meridionalis* qu'entre ces derniers et les couches à Mastodontes. En faisant entrer en ligne de compte les phénomènes glaciaires, j'étais encore amené, pour obéir à la convention dont vous parlait tout à l'heure M. Gosselet, à placer le Pliocène supérieur des auteurs dans le Quaternaire. Il me paraît bien démontré, en effet, que, sans parler des conglomérats de Perrier, une grande partie des terrains erratiques d'Europe remonte jusqu'à la faune à *Elephas meridionalis*. C'est aussi à cette époque qu'a commencé ou s'est effectué complètement le creusement de beaucoup de vallées actuelles.

Toutes ces raisons m'ont paru excellentes. Mais je ne me suis pas dissimulé qu'il était facile de donner la réplique à mes arguments, en opposant de nombreuses exceptions aux règles sur lesquelles je m'appuyais.

Au point de vue stratigraphique, il y a souvent une liaison intime

(1) Le terme holocène a été proposé par plusieurs géologues.

(2) Essai de paléontologie stratigraphique de l'homme (Revue d'Anthropologie, 1888 et 1889).

entre les terrains qui renferment les Mastodontes et ceux qui renferment l'*Elephas meridionalis*. Je citerai, par exemple, le Val d'Arno. D'un autre côté il n'y a pas, entre les faunes de Mammifères de ces deux niveaux, une différence aussi considérable qu'on pourrait le croire; et si la faune à *Elephas meridionalis* est très voisine de la faune à *Elephas antiquus* et *Rhinoceros Merckii* du Quaternaire, elle paraît, aux yeux de savants paléontologistes, non moins voisine de la faune à *Mastodon arvernensis*. C'est ainsi que M. Depéret range les deux faunes dans le Pliocène supérieur.

Au point de vue des phénomènes glaciaires, il faut bien dire que beaucoup de géologues, n'arrivant pas à dater les moraines des régions qu'ils étudient, les rangent dans le Quaternaire des auteurs, conformément à la tradition, et repoussent toute attribution au Pliocène. Par contre, il n'est pas démontré que dans certaines régions les phénomènes glaciaires n'aient pas commencé bien avant le Pliocène supérieur.

Enfin, l'âge du creusement des vallées n'a rien d'absolu. Je puis invoquer, à cet égard, des observations personnelles. La vallée de la Loire, dans le bassin du Puy, est creusée au milieu de terrains de l'âge de l'*Elephas meridionalis*, et le fleuve coule actuellement à 200 ou 300 mètres au-dessous de ces anciens dépôts de rivière. La vallée de l'Allier, qui n'est séparée de la vallée de la Loire que par la chaîne du Velay, présente à 40 mètres au-dessus du cours d'eau et dans une région où cette vallée est profonde de 300 mètres, des coulées de basalte qui supportent une faune à *Mastodon arvernensis*.

L'apparition de l'homme serait sans doute un excellent point de repère. Mais il faudrait d'abord être d'accord sur la date de cette apparition. M. Gosselet a parlé des silex de Saint-Prest. Or, la taille intentionnelle de ces silex n'a plus aucun partisan, même parmi les spécialistes qui croient à des silex taillés de l'époque oligocène. Ce qui est certain, ce qui résiste à l'enquête et à la critique la plus minutieuse, c'est la contemporanéité de l'homme et de la faune à *Elephas antiquus*, et c'est sur ce fait précis et général pour l'Europe, que le Congrès de Londres s'est appuyé pour faire commencer le Quaternaire à l'apparition de l'homme. Mais ce que nous savons de l'homme quaternaire, tant au point de vue physique qu'intellectuel, autorise à déclarer que l'homme doit être plus ancien, et que l'on trouvera, un jour ou l'autre, probablement ailleurs qu'en France, les preuves de son existence antérieurement au Quaternaire. Quoi qu'il en soit, si l'on veut se baser sur les faits connus actuellement, et faire entrer l'homme en ligne de compte, le Pliocène

des auteurs doit être exclu du Quaternaire, conformément à la résolution prise au Congrès de Londres.

Ce que je viens de dire suffit, je crois, pour montrer la difficulté et aussi le mal fondé de la question. En réalité, les dernières époques géologiques, quels que soient les noms qu'on leur donne, ont une importance relativement peu considérable. Elles ne sont que la suite et le dernier terme de l'état de choses qui caractérise l'ère tertiaire. Le mieux serait certainement de rayer le Quaternaire de nos classifications et de l'inscrire dans le Tertiaire sous un autre nom et à titre d'étage. Sans disparaître tout à fait, les questions d'accolade se réduiraient alors à de plus faibles proportions. En dehors de cette manière de voir qui ne sera probablement pas acceptée de sitôt par tous les géologues, je crois que la coupure réclamée par M. Gosselet et que j'ai déjà adoptée provisoirement pour mon propre compte, est plus logique, plus conforme à la masse des faits observés que les autres divisions.

Note sur l'âge des Basaltes du Velay,

par M. Marcellin Boule.

Pendant longtemps on n'a eu que des idées fort vagues sur l'âge relatif des divers basaltes qu'on englobait sous une même dénomination. Quant à la connaissance de leur âge géologique absolu, elle ne remonte qu'à quelques années. MM. Rames et Fouqué, dans le Cantal, Michel Lévy et Munier-Chalmas, au Mont-Dore, se sont attachés à résoudre le problème et y sont parvenus. Je désire exposer les résultats de mes propres recherches sur l'âge des basaltes du Velay.

En 1882, M. Torcapel a démontré que le plateau basaltique des Coirons date du Miocène supérieur. Les coulées anciennes reposent en effet sur des alluvions et des tufs volcaniques renfermant une faune et une flore qui ne laissent aucun doute sur cette attribution. M. Torcapel a fait remarquer que ces alluvions sous-basaltiques, provenant de la région du Mézenc, renferment elles-mêmes des cailloux roulés de basalte. Il est facile, en effet, de se convaincre qu'il y a une liaison très intime entre les basaltes les plus anciens de la région du Gerbier des Jones et du Mézenc et ceux des Coirons. Dans le Velay, les roches volcaniques les plus anciennes sont des basaltes, contrairement à l'opinion de tous les auteurs qui ont écrit sur ce pays. Non seulement j'ai trouvé dans la région du

Mézenc ces basaltes en relation avec des tufs qui renferment des espèces de plantes du Miocène, mais encore j'ai rencontré des cailloux roulés de basalte dans les argiles sableuses de Fay-le-Froid que tous les auteurs, y compris Tournaire, ont regardées comme oligocènes et qui, dans tous les cas, ne sauraient être plus récentes que le Miocène supérieur.

Au-dessus des basaltes miocènes des massifs du Gerbier des Jones, du Mézenc et du Mégat, viennent des roches variées, trachytes, andésites, labradorites, basalte porphyroïde et phonolites. Toutes ces roches se trouvent en cailloux roulés dans les alluvions des environs du Puy qui renferment une faune à *Mastodon arvernensis*, *Tapirus arvernensis* et la plupart des autres espèces du Pliocène moyen de Perrier. Nous pouvons donc regarder toutes ces roches comme s'étant épanchées pendant la durée du Pliocène inférieur. Et c'est vraiment de cette époque que datent les massifs du Mézenc et du Mégat. A partir de la seconde partie du Pliocène moyen, leur activité volcanique est à peu près épuisée.

Cette activité se transporte alors vers l'Ouest. Pendant le dépôt des sables à Mastodontes, c'est le bassin du Puy qui devient le théâtre des grandes éruptions. Ces sables à Mastodontes alternent, en effet, avec de grands amas de brèches basaltiques et avec des coulées de basalte passant à la limburgite.

Tandis que les basaltes du Mézenc sont absolument dépourvus aujourd'hui d'appareils cratériformes, les basaltes des environs du Puy sont en relation étroite avec les volcans plus ou moins bien conservés qui leur ont donné naissance.

Parfois même, les cônes de scories ont gardé une telle fraîcheur que les géologues se sont trompés à cette apparence. Tel est le volcan du Coupet, près de Langeac. La base de ce cône volcanique est recouverte par un dépôt d'atterrissement formé par les projections remaniées, très altérées, réduites à l'état de terre ferrugineuse. Dans cette formation, on recueille de nombreux fragments d'os qui appartiennent encore aux espèces de Perrier (niveau inférieur, c'est-à-dire niveau des sables jaunes). Le même fait s'observe à Chilhoc pour un volcan dont la coulée se tient à 40 mètres au-dessus de l'Allier. A défaut de documents paléontologiques, on n'aurait jamais songé à attribuer une antiquité aussi reculée à ces basaltes.

Aux environs du Puy, nous voyons de nouvelles alluvions, celles-ci renfermant des Eléphants, recouvrir les coulées précédentes, puis viennent d'autres nappes basaltiques accompagnées de tufs à *Elephas meridionalis*. Une grande partie des plateaux basaltiques des environs du Puy sont constitués par ce nouveau basalte auquel

on peut rattacher avec quelque certitude la plupart des basaltes de la chaîne du Velay. Du côté de la vallée de la Loire, ces basaltes sont presque partout coupés à pic et sont situés au sommet des plateaux qui bordent cette vallée. Du côté de l'Allier, les coulées descendent plus bas d'une manière générale. Toutes ces éruptions ont souvent comblé le lit de la Loire et l'ont souvent obligée à déplacer son thalweg, tandis que l'Allier n'a pas cessé de couler dans le même fossé. Ainsi s'explique la différence d'âge que l'on observe pour le creusement de ces deux vallées. Il est à remarquer que le lit du cours d'eau qui a déposé les sables à Mastodontes aux environs du Puy était à un niveau relativement bas. C'est la même disposition qu'à Perrier dans le Puy-de-Dôme, où les mêmes sables à Mastodontes se trouvent également à 40 mètres environ au-dessus de l'Allier actuel.

Les éruptions basaltiques ont continué dans le Velay comme en Auvergne après le Pliocène supérieur. Certains basaltes des environs de Solignac, dans la Haute-Loire, sont les équivalents exacts des β^2 de Champeix et de Neschers, visités par la Société. Toutes les étapes du creusement des vallées de la Loire et de l'Allier sont marquées par ces basaltes des pentes.

Dans le Velay, l'âge des dernières éruptions basaltiques est parfaitement établi par la paléontologie. Elles remontent au Quaternaire ancien correspondant, dans la vallée de la Seine, aux graviers à *Elephas antiquus* et *Rhinoceros Merckii*. Ces basaltes sont, en effet, postérieurs à la faune à *Elephas meridionalis*, et ils supportent à Denise des dépôts d'atterrissement avec *Elephas primigenius*, *Ursus spelæus*, etc.

Rien, dans le Velay, ne correspond aux longues coulées de β^4 (Tartaret, etc.) du Puy-de-Dôme. Il faut aller dans le Vivarais pour retrouver les basaltes qui suivent les cours d'eau actuels.

D'après ce que je viens de dire, l'on peut voir qu'aucune contrée volcanique ne présente une aussi belle série de basaltes de tous les âges. C'est la paléontologie qui a permis de débrouiller leur succession exacte, car les dispositions topographiques sur lesquelles se sont exclusivement appuyés la plupart des géologues, n'ont une certaine valeur qu'à la condition de ne pas sortir d'une région peu étendue. Dans une vallée déterminée, par exemple, il est certain que ces dispositions topographiques peuvent être d'un grand secours pour fixer l'âge relatif des coulées et aussi pour fixer leur âge absolu si l'on connaît bien, au préalable, l'histoire géologique de la vallée. Mais il faudrait bien se garder de faire bénéficier une vallée voisine des conclusions retirées de l'étude de la première,

parce que le creusement des vallées n'est pas aussi uniforme qu'on le suppose généralement.

J'ai déjà eu l'honneur de montrer à la Société géologique que l'expression *basalte des plateaux* ne saurait avoir aucune valeur chronologique dans le Velay. A partir du Mézenc jusqu'à la vallée de l'Allier, c'est-à-dire en allant de l'Est à l'Ouest, les basaltes des plateaux deviennent de plus en plus récents depuis le Miocène supérieur jusqu'au début du Quaternaire.

Je me hâte d'ajouter que je ne prétends pas critiquer cette expression dans l'application qu'on peut en faire à d'autres pays, au Cantal, par exemple. Il est certain que, dans le Cantal, le basalte qui termine l'histoire éruptive du volcan a une physionomie topographique tout à fait spéciale, très importante, et qui ne permet pas de le confondre avec des basaltes d'âges différents. MM. Rames et Fouqué ont été bien inspirés, à mon avis, dans le choix de ce mot. C'est aux géologues s'occupant d'autres régions de ne pas faire de rapprochements chronologiques d'après des similitudes purement topographiques.

M. MICHEL-LÉVY rend compte de la course du 20 Septembre (1).

*Compte-rendu de la course du 20 Septembre à La Queuille,
à Lusclade, à La Bourboule et au Mont-Dore.*

Partie de Clermont en chemin de fer pour La Queuille, la Société se rend directement à Lusclade, où elle examine en détail le gisement des rhyolites, à la partie inférieure des projections cinéritiques. Au même niveau apparaissent des phonolites que M. Michel-Lévy croit pouvoir distinguer des phonolites supérieurs, et dont la Société touche deux pointements à l'Est et à l'Ouest de Lusclade, sur la route du Mont-Dore et de Murat-le-Quaire.

Les ravins de Lusclade montrent également quelques filons intéressants d'andésites micacées.

Au-dessus du hameau de Pessy, la Société visite une carrière de cinérite, déjà supérieure aux rhyolites, alternant avec des couches sableuses fluviales et contenant quelques empreintes végétales et des perles isolées d'obsidienne.

Après avoir contourné le basalte (β^2) de Pessy plaqué contre la

(1) Les comptes-rendus des courses au Mont-Dore sont très-sommaires : les détails relatifs aux points examinés par la Société se retrouvent dans le mémoire de M. Michel-Lévy sur le Mont-Dore.

cinérite, la Société descend à la Bourboule et constate qu'une faille importante a mis en contact, derrière l'établissement Choussy, le granite avec la cinérite ; cette faille se prolonge sur la rive gauche de la Dordogne, dont les escarpements montrent une cinérite en partie remaniée et sableuse, butant également contre le granite, au N.-O.

De la Bourboule, la Société se rend au Mont-Dore, par le plateau de Rigollet ; elle constate la superposition des andésites aux trachytes, et croise une coulée de labradorite intercalée dans la cinérite sur la route de La Tour.

La séance est levée à 10 heures.

Séance du Lundi 22 Septembre 1890.

PRÉSIDENTE DE M. MICHEL LÉVY.

La séance est ouverte à une heure de l'après-midi.

M. Chibret, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. MICHEL LÉVY rend compte de l'excursion du 21 septembre.

Compte-rendu de l'Excursion du 21 Septembre au lac de Guéry, au Roc-Blanc et au Puy-Loup.

La Société touche d'abord, à l'éperon de la route du Mont-Dore à Clermont, un basalte intercalé dans la cinérite, sous la coulée d'andésite qui couronne le plateau de l'Angle. Puis elle s'élève par les pentes boisées qui contournent le ravin du Queureilh. A certains tournants, on jouit d'une belle vue sur la vallée de la Dordogne et le profil du plateau de Rigolet et du Puy-Gros montre nettement l'importance du rejet causé par la faille prolongée de la Bourboule.

Près de la première auberge, la route est dominée par des coulées de labradorite et de basalte.

La Société touche successivement les dykes phonolitiques de la Tuilière et de la Malevialle. Elle étudie la superposition du phono-

lite du Roc-Blanc à une coulée d'andésite à haüyne; puis elle gravit le Puy-Loup et y trouve de belles variétés de basalte ophitique. La descente sur le lac de Guéry se fait par des coulées d'andésite lavique et de labradorite qui forment la corniche du plateau vers le Nord.

L'après-midi est consacrée à l'étude des tufs cinéritiques qui entourent le dyke de la Tuilière vers le Nord; ces tufs contiennent des fragments d'obsidienne très-acide, et de nombreux débris d'andésites à hornblende.

Une partie de la Société se rend au Capucin sous la direction de M. BOULE et y recueille les druses et les enclaves à minéraux qui rendent cette localité célèbre.

Le soir, le Conseil municipal du Mont-Dore offre un punch à la Société dans les salons du Casino; le président remercie le maire et le Conseil municipal de leur bienveillant accueil.

M. MICHEL LÉVY rend compte de la course du 22 septembre :

Compte-rendu de l'Excursion du 22 Septembre
à la **Grande Cascade**, au **Ravin de la Craie** et au **Val d'Enfer**

La Société visite le ravin de la Grande Cascade, qui présente une coupe naturelle dont l'intérêt a été mis à jour dès 1830, par Poulett-Scrope : elle touche successivement les basaltes et les andésites intercalées dans les projections cinéritiques, puis la coulée supérieure de trachyte à grands cristaux, riche en olivine.

M. MICHEL LÉVY fait constater à la Société la superposition des andésites supérieures, venant du Cuzeau et du Puy de Mareilh, sur le trachyte.

La Société se rend ensuite au pied du ravin de la Craie où elle examine les échantillons de cinérite avec alunite et soufre natif.

Puis elle pénètre dans le Val d'Enfer et en étudie les filons d'andésite et de trachyte.

M. GOSSELET remercie, au nom de la Société, M. Michel Lévy et les organisateurs de la réunion; il veut bien prononcer en outre quelques mots bienveillants pour le directeur du service de la carte géologique détaillée de la France.

M. BERNARD y ajoute d'aimables remerciements au nom des élèves de l'Ecole Normale présents à la réunion.

Après avoir témoigné, en son nom et au nom du bureau, les sentiments de profonde gratitude que lui inspirent les paroles précédentes, M. le Président propose à la Société de voter des remerciements bien mérités à MM. Boule, Gauthier, Bourgery et Chibret, qui ont admirablement organisé les moyens d'exécution de la course. Cette proposition est adoptée.

Le Président déclare close la réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Puy-de-Dôme.

TABLE GÉNÉRALE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME

	Pages.
ZEILLER. — Présentation d'ouvrages.....	5
ROUVILLE (de). — Note sur le Paléozoïque de l'Hérault.....	8
BERGERON. — Réponse à la note de M. de Rouville.....	13
MUNIER-CHALMAS. — Discordance entre les sables de Cuise et le calcaire grossier inférieur.....	18
FABRE. — Le Permien dans l'Aveyron, la Lozère, le Gard et l'Ardèche.....	18
STEPHANI (de). — Gisement carbonifère dans le Monte Pisano.....	27
ROLLAND. — Grande faille du Zaghouan et ligne principale de dislocation de la Tunisie orientale.....	29
COLLOT. — Description du terrain crétacé dans une partie de la Basse-Provence.....	49
DEPÉRET. — Note sur l'âge miocène supérieur des limons à <i>Hipparion</i> du mont Léberon.....	103
COLLOT. — Observations.....	105
GAUDRY. — Id.	106.
HÉBERT. — Id.	106
POMEL. — Id.	106
MUNIER-CHALMAS. — Id.	106
CAPELLINI. — Id.	106
POMEL. — Id.	107
DEPÉRET et DOUVILLÉ. — Observations.....	107
DEPÉRET. — Présentation d'un mémoire intitulé : les animaux pliocènes du Roussillon.....	107
RICHE (Attale). — Note sur le système oolithique inférieur du Jura méridional.	109
COLLOT. — Observations.....	135
MUNIER-CHALMAS. — Id.	134
RICHE. — Id.	136
GAUTHIER. — Présentation d'un mémoire intitulé : Description des <i>Echinides</i> recueillis par M. Thomas en Tunisie.....	136
LÉVEILLÉ. — Géologie de l'Inde Française.....	144
JANET. — Note sur un <i>Echinocorys carinatus</i> présentant neuf pores génitaux	158
COTTEAU, GAUTHIER et BIGOT. — Observations.....	160
LAMBERT. — Observations sur quelques <i>Hemicidaris</i>	160
CAMUSET. — Note sur une Porphyrite à pyroxène.....	165
TARDY. — Origine de l'orographie de la terre.....	167
BERGERON. — Sur la présence, dans le Languedoc, de certaines espèces de l'étage e ¹ du Silurien supérieur de Bohême.....	171

BOULE. — Succession des éruptions volcaniques dans le Velay.....	174
ROUVILLE (de). — Note sur la présence du <i>Pleurodictyum problematicum</i> dans le Dévonien de Cabrières et sur un nouvel horizon de <i>Graptolites</i> dans le Silurien de Cabrières...	176
BERGERON. — Observation.....	177
COTTEAU. — <i>Echinides</i> recueillis dans la province d'Aragon (Espagne), par M. Maurice Gourdon.....	178
MUNIER-CHALMAS. — Observations.....	181
SEUNES. — Id.	181
GAUDRY. — Communication	182
Constitution du Bureau et du Conseil pour l'année 1890.....	183
GAUDRY. — Présentation	184
ZEILLER. — Observations	185
HAUG. — Présentation.....	187
LAPPARENT. — Id.	188
Modifications apportées aux articles du règlement relatifs aux Mémoires.....	188
GAUDRY. — Remarques sur le nom générique d' <i>Hipparion</i>	189
SCHLUMBERGER. — Seconde note sur les <i>Holothuridées</i> fossiles du Calcaire Grossier	191
MUNIER-CHALMAS. — Observations.....	206
SARRAN D'ALLARD (de). — Relations des calcaires néocomiens et aptiens de Cruas, du Teil et de Lafarge.....	206
» — Géologie de la ligne ferrée d'Alais au Rhône.....	207
CAREZ. — Observations.....	208
PARRAN. — Id.	208
LE MESLE. — Note sur la Géologie de la Tunisie	209
LEMOINE. — Sur l'âge relatif des <i>Mammifères</i> de Cernay, par rapport aux <i>Ver-</i> <i>tébrés</i> du même groupe découverts en Europe et en Amérique.	219
GAUDRY. — Observations.....	222
ZEILLER. — Id.	222
MUNIER-CHALMAS. — Id.	222
CAZIOT. — Etude stratigraphique et nouvelles recherches sur les <i>Mollusques</i> du terrain lacustre inférieur de Provence (Danien).....	223
LÉVÉILLÉ. — Note sur les mines de Colar (Inde).....	228
SAYN. — Note sur le Barrémien de Cobonne (Drôme).....	230
SACCO. — Sur la position stratigraphique des charbons fossiles du Piémont...	235
PARRAN. — Observations sur les dunes littorales de l'époque actuelle et de l'époque pliocène en Algérie et en Tunisie.....	245
VELAIN. — Observations.....	250
CAPELLINI. — Lettre à M. A. Gaudry.....	252
GAUDRY. — Présentation.....	254
ZIGNO. — Note sur une quatrième molaire dans la mâchoire de l' <i>Anthracothe-</i> <i>rium Monsvialense</i>	254
GAUDRY. — Sur le fossile décrit par M. de Zigno sous le nom d' <i>Anthracothe-</i> <i>rium Monsvialense</i>	255
GAUDRY. — Présentation d'ouvrage et observations.....	257
GAUDRY. — Communication.....	258
LABAT. — Les Dunes maritimes et les Sables littoraux.....	259
MUNIER-CHALMAS. — Présentation d'ouvrage.....	273
GAUDRY. — Communication.....	273
DOUVILLÉ. — Sur la classification des <i>Cératites</i> de la Craie	275
FISCHER. — Observations	291

COTTEAU. — Note sur quelques <i>Echinides</i> du terrain crétacé du Mexique (Pl. I, II).	292
DOUVILLÉ. — Observations.....	299
KILIAN. — Communication.....	300
FICHEUR. — Note sur l'extension des atterrissements miocènes de Bordj-Bouïra (Alger).....	302
BONAPARTE (Prince ROLAND). — Présentation d'ouvrage.....	319
CAREZ. — Présentation d'ouvrage.....	320
DOLLFUS. — Présentation d'ouvrages.....	320
DE BOUVRY. — Présentation d'ouvrage.....	320
LEMOINE. — Etude sur les rapports des <i>Mammifères</i> de la faune cernaysienne et des <i>Mammifères</i> crétacés d'Amérique. (Pl. III.)....	321
MUNIER-CHALMAS. — Observations.....	325
TOUCAS. — Note.....	326
KILIAN. — Observations.....	327
DALL. — Lettre.....	327
DE MARGERIE. — Présentation d'ouvrage.....	328
HAUG. — Note sur le péristome du <i>Phylloceras mediterraneum</i> . (Pl. IV)....	328
AUBERT. — Sur quelques points de la Géologie de la Tunisie.....	334
BOISTEL. — Note sur les travertins tertiaires à <i>végétaux</i> de Douvres (Ain)....	337
FISCHER. — Communication sur le genre <i>Ammonoceras</i>	341
MUNIER-CHALMAS. — Observations.....	342
FISCHER. — Observations.....	342
DOUVILLÉ. — Observations.....	342
CAZIOT. — Etude sur la formation tertiaire de la région de Théziers-Vacquières (Gard).....	343
FROSSARD. — Présentation d'ouvrages.....	350
DE LAPPARENT. — De la mesure du temps par les phénomènes de sédimentation	351
TARDY. — Les tremblements de terre.....	356
ZEILLER. — Communication.....	360
GAUDRY. — Présentation d'ouvrage.....	364
BERGERON. — Communication.....	364
BERGERON. — Sur une forme nouvelle de trilobite de la famille des <i>Calymenidæ</i> (genre <i>Calymenella</i>) (Pl. V.).....	365
KILIAN. — Communication.....	371
TOUCAS. — Observation.....	373
MUNIER-CHALMAS. — Observation.....	374
HAUG. — Observation.....	374
BERTRAND. — Allocution présidentielle.....	376
BIGOT. — Notice nécrologique sur M. Eugène-Eudes Deslongchamps.....	380
MATHIEU MIEG, BLEICHER et FLICHE. — Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace et des environs de Mulhouse (Pl. VI.).....	392
PARRAN, FERRAND DE MISSOL, FAYOL. — Rapport de la Commission de comptabilité.....	423
FISCHER. — Présentation d'ouvrage.....	427
GAUDRY. — Présentation d'ouvrage.....	427
CHAPER. — Présentation d'ouvrage.....	427
FISCHER. — Observations.....	427
CHAPER. — Observations.....	427
WELSCH. — Les terrains jurassiques dans les environs de Tiaret, Frenda et Saïda (département d'Oran).....	428

BERTRAND. — Observations	440
MUNIER-CHALMAS. — Observations	440
LASNE. — Sur les terrains phosphatés des environs de Doullens. Etage sénonien et terrains superposés.	441
MUNIER-CHALMAS. — Observations.	490
BERTRAND. — Observations.	491
VIGUIER. — <i>Monoceras</i> et <i>Parmacella</i> du Pliocène de Montpellier, d'après P. Gervais.	491
WELSCH. — Les terrains crétacés du Seressou occidental et de Lehou, départe- ment d'Oran, Algérie.	493
TOUCAS. — Observations	510
DOUVILLÉ. — Observations.	510
WELSCH. — Observations.	510
LEMOINE. — Communication	510
LACROIX. — Description des syénites néphéliniques de Pouzac (Hautes-Pyrénées) et de Montréal (Canada) et de leurs phénomènes de contact (Pl. IX-XII).	511
TOUCAS. — Etude de la faune des couches tithoniques de l'Ardèche.	560
MUNIER-CHALMAS. — Observations.	629
HAUG. — Observations.	630
FLOT. — Présentation d'un mémoire.	630
RAMOND. — Présentation d'ouvrage.	630
DAVY. — Découverte de fossiles du Miocène supérieur dans les sables rouges de la forêt du Gâvre (Loire-Inférieure).	632
JACQUOT. — Note sur la constitution géologique des Pyrénées. Le système cambrien	640
» — Présentation d'une note.	672
Réunion extraordinaire de la Société à Clermont-Ferrand et au Mont-Dore. . .	673
P. GAUTIER. — Liste des principales publications relatives à la région visitée par la Société.	674
MICHEL-LÉVY. — Situation stratigraphique des régions volcaniques de l'Auvergne. .	688
» — La chaîne des Puy.	696
» — Le Mont-Dore et ses alentours.	743
LACROIX. — Sur les enclaves des trachytes du Mont-Dore et en particulier sur leurs enclaves de roches volcaniques	845
» — Sur les enclaves de la Phonolite du Mont-Dore.	872
» — Note sur les enclaves des Basaltes du Mont-Dore et de quelques autres gisements du Puy-de-Dôme et sur un phénomène de con- tact de basalte et de granite	874
» — Note sur les Andésites à hypersthène du Cantal.	881
MICHEL-LÉVY. — Compte-rendu de l'excursion du 14 septembre aux environs de Clermont-Ferrand	887
BOULE. — Observations.	889
MICHEL-LÉVY. — Compte-rendu de l'excursion du 15 septembre au Puy-de-Dôme et au Puy Chopine	890
» — Compte-rendu de l'excursion du 16 septembre à Gergovie et Veyre-Monton.	891
M. BERTRAND. — Observations.	893
BOULE. — Observations.	893
P. GAUTIER. — Observations	893
GOSSELET. — Observations.	893

GONNARD. — Observations.....	895
P. GAUTIER. — Observations sur les pépérites du Puy-de-Mur (département du Puy-de-Dôme).....	867
GONNARD — Note sur les Zéolites des Basaltes et Pépérites du Puy-de-Dôme...	900
COLLOT. — Sur les Tufs volcaniques de Beaulieu (Bouches-du-Rhône).....	905
DEPÉRET. — Note sur l'âge du Basalte de Beaulieu, près Aix.....	911
GOSSELET. — Lettre.....	913
MICHEL LÉVY. — Compte-rendu de l'excursion du 17 septembre à Aydat et à Murols.....	915
BARROIS. — Observations.....	917
M. BERTRAND. — Observations.....	917
BARROIS. — Communication.....	917
MICHEL LÉVY. — Compte-rendu de l'excursion du 18 septembre de Murols à Champeix, par Saint-Nectaire et Reignat.....	920
BOULE. — Observations.....	921
GOSSELET. — Observations.....	921
BOULE. — Observations sur les tufs et brèches basaltiques de l'Auvergne et du Velay.....	924
MICHEL LÉVY. — Compte-rendu de l'excursion du 19 septembre à Pardines, Perrier et Issoire.....	929
GOSSELET. — Observations.....	931
BARROIS. — Observations.....	931
TARDY. — Les anciens Glaciers de l'Auvergne.....	934
GOSSELET. — Limite du Pliocène et du Quaternaire.....	943
BOULE. — Sur la limite entre le Pliocène et le Quaternaire.....	945
» — Note sur l'âge des Basaltes du Velay.....	947
MICHEL-LÉVY. — Compte-rendu de la course du 20 septembre à la Queuille, à Lusclade, à la Bourboule et au Mont-Dore.....	950
— Compte-rendu de l'excursion du 21 septembre au lac de Guéry, au Roc-Blanc et au Puy-Loup.....	951
— Compte-rendu de l'excursion du 22 septembre à la Grande Cascade, au Ravin de la Craie et au Val d'Enfer.....	952
GOSSELET. — Remerciements.....	952
BERNARD. — Remerciements.....	953

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE DIX-HUITIÈME VOLUME

(TROISIÈME SÉRIE)

Année 1889-1890

A

- Actuelle (Epoque).* Observations sur les dunes littorales de l'— et de l'— pliocène en Algérie et en Tunisie, par M. Parran, 245.
- Ain.* Note sur les travertins tertiaires à *Végétaux* de Douvres (—), par M. Boistel, 337.
- Alais.* Géologie de la ligne ferrée d'— au Rhône, par M. de Sarran d'Al-lard, 207.
- Alger* (départ.). Note sur l'extension des atterrissements miocènes de Bordj-Bouïra (—), par M. Welsch, 302.
- Algérie.* Observations sur les dunes littorales de l'époque pliocène en— et en Tunisie, par M. Parran, 245. = Les terrains jurassiques dans les environs de Tiaret, Frenda et Saïda (départ. d'Oran, par M. Welsch, 428. = Les terrains crétacés du Seressou occidental et de Lehou, département d'Oran, par M. Welsch, 490.
- Alsace.* Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'— et des environs de
- Mulhouse (Pl. VI.) par MM. Mathieu Meig, Bleicher et Fliche, 392.
- Amérique.* Sur l'âge relatif des *Mammifères* de Cernay par rapport aux *Verlébrés* du même groupe découverts en Europe et en —, par M. Lemoine, 219. = Etude sur les rapports des *Mammifères* de la faune cernaysienne et des *Mammifères* crétacés d'—, par M. Lemoine (Pl. III.), 321.
- Ammonoceras.* Communication sur le genre —, par M. Fischer, 341.
- Andésites.* Note sur les — à hypersthène du Cantal, par M. Lacroix, 881.
- Anthracotherium Monvialense.* Sur le fossile décrit par M. de Zigno sous le nom d'—, par M. Gaudry, 255.
- Aptien.* Relation des calcaires néocomiens et — de Cruas, du Teil et de Lafarge, par M. de Sarran d'Allard, 206.
- Aragon.* *Echinides* recueillis dans la province d'— (Espagne) par M. Maurice Gourdon, par M. Cotteau, 178.

Ardèche. Le Permien dans l'Aveyron, la Lozère, le Gard et l'—, par M. Fabre, 18. = Etude de la faune des couches tithoniques de l'— (Pl. XIII-XVIII) par M. Toucas, 560.

Atterrissements. Note sur l'extension des — miocènes de Bordj-Bouïra (Alger), par M. Ficheur, 302.

AUBERT. Sur quelques points de la géologie de la Tunisie, 334.

Auvergne. Situation stratigraphique des régions volcaniques de l'—, par M.

Michel Lévy, 688. = Observations sur les tufs et brèches basaltiques de l'— et du Velay, par M. Boule, 924. = Les anciens glaciers de l'—, par M. Tardy, 934.

Aveyron. Le Permien dans l'—, la Lozère, le Gard et l'Ardèche, par M. Fabre, 18.

Aydat (Puy-de-Dôme). Compte-rendu de l'excursion du 17 septembre à Aydat et à Murols, par M. Michel Lévy, 915.

B

Barrémien. Note sur le — de Cobonne (Drôme), par M. Sayn, 230.

BARROIS. Communication, 917. = Observations, 917, 931.

Basaltes. Note sur les enclaves des — du Mont-Dore et de quelques autres gisements du Puy-de-Dôme et sur un phénomène de contact de — et de granite, par M. Lacroix, 874. = Note sur les Zéolites des — et des Pépérites du Puy-de-Dôme, par M. Gonnard, 900. = Note sur l'âge du — de Beaulieu, près d'Aix, par M. Depéret, 911. = Observations sur les tufs et brèches basaltiques de l'Auvergne et du Velay, par M. Boule, 924. = Note sur l'âge des — du Velay, par M. Boule, 947.

Beaulieu. Sur les tufs volcaniques de — (Bouches-du-Rhône), par M. Collot, 905. = Note sur l'âge du basalte de — par M. Depéret, 911.

BERGERON. Réponse à la note de M. de Rouville, 13. = Sur la présence, dans le Languedoc, de certaines espèces de l'étage e¹ du silurien supérieur de Bohême, 171. = Communication, 364. = Sur une forme nouvelle de *trilobite* de la famille des *Calymenidæ* (genre *Calymenella*) (pl. V.), 365. = Observation 177.

BERNARD. Remerciements, 953.

BERTRAND. — Allocution présidentielle, 376. = Observations 440, 490, 893, 917.

BIGOT. Notice nécrologique sur M. Eugène - Eudes Deslongchamps, 380. = Observation, 160.

BLEICHER. Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace et des environs de Mulhouse (Pl. VI.), 392.

Bohême. Sur la présence, dans le Languedoc, de certaines espèces de l'étage e¹, du Silurien supérieur de —, par M. Bergeron, 171.

BOISTEL. Note sur les travertins tertiaires à *Végétaux* de Douvres (Ain), 337.

BONAPARTE (PRINCE ROLAND). Présentation d'ouvrages, 319.

Bordj-Bouïra. Note sur l'extension des atterrissements miocènes de — (Alger) par M. Ficheur, (302).

Bouches-du-Rhône, (dép. des). Sur les tufs volcaniques de Beaulieu, par M. Collot, 905.

BOULE. — Succession des éruptions volcaniques dans le Velay, 174. = Observations sur les tufs et brèches basaltiques de l'Auvergne et du Velay, 924. = Sur la limite entre le Pliocène et le Quaternaire, 945. = Note sur l'âge des basaltes du Velay, 947. = Observations, 889, 893, 921.

Bourboule, la. Compte rendu de la course du 20 septembre à la Queuille, à Lusclade, à la — et au Mont-Dore, par M. Michel Lévy, 950.

BOURY (DE). Présentation d'ouvrage, 320.

C

Cabières. Note sur la présence du *Pleurodictyum problematicum* dans le Dévonien de — et sur un nouvel horizon de *Graptolites* dans le Silurien de —, par M. de Rouville, 176.

Calcaire grossier. Discordance entre les sables de Cuise et le — inférieur, par M. Munier-Chalmas, 18. = Seconde note sur les *Holothuridées* fossiles du —, par M. Schlumberger, 191.

Calymenidæ. Sur une forme nouvelle de *trilobite* de la famille des — (Genre *Calymenella*) (Pl. V), par M. Bergeron, 365.

CAMUSET. Note sur une porphyrite à pyroxène, 165.

Cambrien. Note sur la constitution géologique des Pyrénées. Le système — par M. Jacquot, 640.

- Canada.** Description des syénites néphéliniques de Pouzac (Hautes-Pyrénées) et de Montréal (—) et de leurs phénomènes de contact (Pl. IX-XII), par M. Lacroix, 511.
- Cantal.** Note sur les andésites à hypersithène du —, par M. Lacroix, 881.
- CAPELLINI.** Lettre à M. Gaudry, 252. = Observation, 106.
- Carbonifère.** Gisement — dans le Monte Pisano, par M. Ch. de Stephani, 24.
- CAREZ.** Présentation d'ouvrage, 320. = Observation, 208.
- Cascade (Grande).** Compte-rendu de l'excursion du 22 septembre à la —, au ravin de la Craie et au Val d'Enfer, par M. Michel Lévy, 952.
- CAZIOT.** Étude stratigraphique et nouvelles recherches sur les *Mollusques* du terrain lacustre inférieur de Provence (Danien), 223. = Étude sur la formation tertiaire de la région de Thézières-Vacquières (Gard), 343.
- Cératites.** Sur la classification des — de la craie, par M. Douvillé, 275.
- Cernay.** Sur l'âge relatif des *Mammifères* de Cernay par rapport aux *Vertébrés* du même groupe découverts en Europe et en Amérique, par M. Lemoine, 219. = Étude sur les rapports des *Mammifères* de la faune cernaysienne et des *Mammifères* crétacés d'Amérique, par M. Lemoine (Pl. III), 321.
- Champéix.** Compte-rendu de l'excursion du 18 septembre de Murols à —, par St-Nectaire et Reignat, par M. Michel Lévy, 950.
- CHAPER.** Présentation d'ouvrage, 427. = Observations 427.
- Charbons fossiles.** Sur la position stratigraphique des — du Piémont, par M. Sacco, 235.
- CLERMONT-FERRAND.** Réunion extraordinaire de la Société à — et au Mont-Dore, 673. = Compte-rendu de l'excursion du 14 septembre aux environs de — par M. Michel Lévy, 887.
- COBONNE.** Note sur le Barrémien de Cobonne (Drôme), par M. Sayn, 230.
- COLAR.** Note sur les mines de Colar, par M. Leveillé, 228.
- COLLOT.** Description du terrain crétacé dans une partie de la Basse-Provence, 46. = Sur les tufs volcaniques de Beaulieu (Bouches-du-Rhône), 905. = Observations, 105, 135.
- COTTEAU.** *Echinides* recueillis dans la province d'Aragon (Espagne), par M. Maurice Gourdon, 178. = Note sur quelques *Echinides* du terrain crétacé du Mexique, 292. = Observation, 160.
- Craie (Ravin de la)** (Puy-de-Dôme). Compte-rendu de l'excursion du 22 septembre, à la Grande Cascade, au — et au Val d'Enfer, par M. Michel Lévy, 952.
- Craie.** Sur la classification des *Cératites* de la —, par M. Douvillé, 275.
- Crétacé.** Description du terrain crétacé dans une partie de la Basse-Provence, par M. Collot, 49. = Note sur quelques *Echinides* du terrain — du Mexique, par M. Cotteau, 292. = Étude sur les rapports des *Mammifères* de la faune cernaysienne et des *Mammifères* — d'Amérique, par M. Lemoine, 321. = Les terrains — du Serresou occidental et de Lehou, département d'Oran, par M. Welsch, 493.
- Cruas.** Relations des calcaires néocomiens et aptiens de —, du Teilet de Lafarge, par M. de Sarrau d'Allard, 206.
- DALL.** Lettre, 327.
- Danien.** Étude stratigraphique et nouvelles recherches sur les *Mollusques* du terrain lacustre inférieur de Provence (—), par M. Caziot, 223.
- DAVY.** Découverte de fossiles du Miocène supérieur dans les sables rouges de la forêt du Gâvre (Loire-inférieure), par M. Davy, 632.
- DEPÉRET.** Note sur l'âge miocène supérieur des limons à *Hipparion* du Mont Léberon, 103. = Présentation d'un mémoire intitulé : les animaux pliocènes du Roussillon, 107. = Note sur l'âge du basalte de Beaulieu, près Aix, 911. = Observation, 107.
- DESLONGCHAMPS.** Notice nécrologique sur M. Eugène Eudes —, par M. Bigot, 380.
- Dévonien.** Note sur la présence du *Pleurodictyum problematicum* dans le — de Cabrières, par M. de Rouville, 176.
- DOLLFUS.** Présentation d'ouvrage, 320.
- DOULLENS.** Sur les terrains phosphatés des environs de —. Étage sénonien et terrains superposés (Pl. VII, VIII), par M. Lasne, 441.
- DOUVILLÉ.** Sur la classification des *Cératites* de la craie, 275. = Observations, 107, 299, 342, 510.
- DOUVRES.** Note sur les travertins tertiaires à végétaux de — (Ain), par M. Boistel, 337.
- DRÔME.** Note sur le Barrémien de Cobonne (—), par M. Sayn, 230.
- Dunes.** Observations sur les — littorales de l'époque actuelle et de l'époque pliocène en Algérie et en Tunisie, par M. Parran, 245. = Les — maritimes et les sables littoraux, par M. Labat, 259.

E

- Echinides* — recueillis dans la province d'Aragon (Espagne), par M. Maurice Gourdon, par M. Cotteau, p. 178. = Note sur quelques — du terram craté du Mexique, par M. Cotteau (Pl. I, II), 158.
- Echinocorys carinatus*. Note sur un — présentant neuf pores génitaux, par M. Janet, p. 158.
- Enclaves*. Sur les — des trachytes du Mont-Dore et en particulier sur leurs — de roches volcaniques, par M. Lacroix, 845. = Sur les — de la Phonolite du Mont-Dore, par M. Lacroix, 872. = Note sur les — des basaltes du

Mont-Dore et de quelques autres gisements du Puy-de-Dôme, par M. Lacroix 874.

Espagne. *Echinides* recueillis dans la province d'Aragon (—), par M. Maurice Gourdon, par M. Cotteau, 178.

Etage e¹. Sur la présence dans le Languedoc, de certaines espèces de l'étage e¹ du Silurien supérieur de Bohême, par M. Bergeron, 171.

Europe. Sur l'âge relatif des *Mammifères* de Cernay par rapport aux *Vertébrés* du même groupe découverts en — et en Amérique, par M. Lemoine, 219.

F

- FABRE. Le Permien dans l'Aveyron, la Lozère, le Gard et l'Ardèche, 18.
- FAYOL et FERRAND DE MISSOL. Rapport de la Commission de comptabilité, 423.
- FICHEUR. Note sur l'extension des atterrissements miocènes de Bordj-Bouira (Alger), 302.
- FISCHER. Communication sur le genre *Ammonoceras*, 341. = Présentation d'ouvrage, 427. = Observations, 291, 342, 327.
- FLICHE, MATHIEU MIEG, BLEICHER. Contribution à l'étude du terrain tertiaire

d'Alsace et des environs de Mulhouse (Pl. VI), 392.

FLOR. Présentation d'un mémoire, 630.

FRENDU. Les terrains jurassiques dans les environs de Tiaret, — et Saïda, département d'Oran, par M. Welsch, 428.

FROSSARD. Présentation d'ouvrage, 350.

GARD. Le Permien dans l'Aveyron, la Lozère, le — et l'Ardèche, par M. Fabre, 18. = Étude sur la formation tertiaire de la région de Théziers-Vacquières (—), par M. Caziot, 343.

G

- GAUDRY. Communication, 182. = Remarques sur le nom générique d'*Hipparion*, 189. = Sur le fossile décrit par M. de Zigno, sous le nom d'*Anthraco-therium Monsvialense*. 255. = Communications, 258, 273. = Présentations d'ouvrages, 184, 254, 257, 364, 427. = Observations, 106, 222, 257.
- GAUTHIER. Présentation d'un mémoire intitulé : Description des *Echinides* recueillis par M. Thomas en Tunisie, 136. = Observation, 160.
- GAUTIER, P. Observations sur les pépérites du Puy-de-Mur (département du Puy-de-Dôme), 897. = Observation, 893.
- GÂVRE. Découverte de fossiles du Miocène supérieur dans les sables rouges de la forêt du — (Loire-inférieure), par M. Davy, 632.
- Gergovie. Compte-rendu de l'excursion du 16 septembre à — et Veyre-Monton, par M. Michel Lévy, 891.
- GERVAIS. *Monoceras* et *Parmacella* du Pliocène de Montpellier, d'après P. — par M. Viguier, 491.

Glaciers. Les anciens — de l'Auvergne, par M. Tardy, 934.

GONNARD. Note sur les Zéolites des Basaltes et Pépérites du Puy-de-Dôme, 900. = Observation, 895.

GOSSELET. Limite du Pliocène et du Quaternaire, 953. = Lettre, 913. = Remerciements, 952. = Observations 892, 921, 931.

GOURDON, MAURICE. *Echinides* recueillis dans la province d'Aragon (Espagne) par M. —, par M. Cotteau, 178.

Granite. Note sur les enclaves des basaltes du Mont-Dore et de quelques autres gisements du Puy-de-Dôme et sur un phénomène de contact de basalte et de —, par M. Lacroix, 874.

Graptolites. Note sur la présence du *Pleurodictyum problematicum* dans le Dévonien de Cabrières et sur un nouvel horizon de — dans le Silurien de Cabrières, par M. de Rouville, 176.

Guéry (lac de). Compte-rendu de l'excursion du 21 septembre au — au Roc-Blanc et au Puy-Loup, par M. Michel Lévy, 951.

H

- HAUG. Note sur le péristome du *Phylloceras mediterraneum* (Pl. IV.), 328. = Présentation d'ouvrage, 187. = Observations, 374, 630.
- HÉBERT. Observation, 106.
- Hemicidaris. Observations sur quelques — par M. Lambert, 160.
- Hérault. Note sur le Paléozoïque de l' — par M. de Rouville, 8 = *Monoceras* et *Parmacella* du Pliocène de Montpellier, d'après P. Gervais, par M. Viguière, 491.

- Hipparion. Note sur l'âge miocène supérieur des limons à — du mont Leberon, par M. Depéret, 103. = Remarques sur le nom générique d' — par M. Gaudry, 189.
- Holothuridées. Seconde note sur les — fossiles du Calcaire Grossier, par M. Schlumberger, 191.
- Hypersthène. Note sur les andésites à — du Cantal, par M. Lacroix, 881.

I

- Inde. Géologie de l' — Française par M. Leveillé, 144. = Note sur les mines de Colar (—), par M. Leveillé, 228.
- Issoire. Compte-rendu de l'excursion du

- 19 septembre à Pardines, Perrier et —, par M. Michel Lévy, 929.
- Italie. Gisement carbonifère dans le Monte Pisano, par M. de Stephani, 27.

J

- JACQUOT. Note sur la constitution géologique des Pyrénées. Le système cambrien, 640. = Présentation d'une note, 672.
- JANET. Note sur un *Echinocorys carinatus* présentant neuf pores génitaux, 158.

- Jura. Note sur le système oolithique inférieur du — méridional, par M. Riche, 109.
- Jurassique. Les terrains — dans les environs de Tiaret, Freneda et Saïda (département d'Oran), par M. Welsch, 428.

K

- KILIAN. Communications, 300, 371. =

- Observation, 327.

L

- LABAT. Les dunes maritimes et les sables littoraux, 259.
- LACROIX. Description des syénites néphéliniques de Pouzac (Hautes-Pyrénées) et de Montréal (Canada) et de leurs phénomènes de contact (Pl. IX-XII), 511. = Sur les enclaves des trachytes du Mont-Dore et en particulier sur leurs enclaves de roches volcaniques, 845. = Sur les enclaves de la phonolite du Mont-Dore, 872. = Note sur les enclaves des basaltes du Mont-Dore et de quelques autres gisements du Puy-de-Dôme et sur un phénomène de contact de basalte et de granite, 874. = Note sur les andésites à hypersthène du Cantal, 881.
- Lacustre. Étude stratigraphique et nou-

- velles recherches sur les *Mollusques* du terrain — inférieur de Provence (Danien), par M. Caziot, 223.
- Lafarge. Relations des calcaires néocomiens et aptiens de Cruas, du Teil et de —, par M. de Sarran d'Allard, 206.
- LAMBERT. Observations sur quelques *Hemicidaris*, 160.
- Languedoc. Sur la présence dans le —, de certaines espèces de l'étage e¹, du Silurien supérieur de Bohême, par M. Bergeron, 171.
- LAPPARENT (de). De la mesure du temps par les phénomènes de sédimentation, 351. = Présentation d'ouvrage, 188.
- La Queuille. Compte-rendu de la course du 20 septembre à —, à Lusclade, à la

- Bourboule et au Mont-Dore, par M. Michel Lévy, 950.
- LASNE. Sur les terrains phosphatés des environs de Doullens, étage sénonien et terrains superposés (Pl. VII, VII), 441.
- Léberon (Mont). Note sur l'âge miocène supérieur des limons à *Hipparion* du —, par M. Depéret, 103.
- LE MESLE. Note sur la géologie de la Tunisie, 209.
- LEMOINE. Sur l'âge relatif des *Mammifères* de Cernay, par rapport aux *Vertébrés* du même groupe découverts en Europe et en Amérique, 219. = Étude sur les rapports des *Mammifères* de la faune cernaysienne et des *Mammifères* crétacés d'Amérique (Pl. III), 321. = Communication, 510.
- Mammifères*. Sur l'âge relatif des — de Cernay par rapport aux *Vertébrés* du même groupe découverts en Europe et en Amérique, par M. Lemoine, 219. = Étude sur les rapports des — de la faune cernaysienne et des — crétacés d'Amérique (Pl. III) par M. Lemoine, 321.
- MARGERIE, DE. Présentation d'ouvrage, 328.
- Mexique. — Note sur quelques *Echinides* du terrain crétacé du — par M. Cotteau, 292.
- MICHEL LÉVY. Situation stratigraphique des régions volcaniques de l'Auvergne, 688. = La chaîne des Puys, 696. = Le Mont-Dore et ses alentours, 743. = Compte-rendu de l'excursion du 14 septembre aux environs de Clermont-Ferrand, 887. = Compte-rendu de l'excursion du 15 septembre au Puy-de-Dôme et au Puy Chopine, 890. = Compte-rendu de l'excursion du 16 septembre à Gergovie et à Veyre-Monton, 891. = Compte-rendu de l'excursion du 17 septembre à Aydat et à Murois, 915. = Compte-rendu de l'excursion du 18 septembre de Murois à Champeix, par St-Nectaire et Reignat, 920. = Compte-rendu de l'excursion du 19 septembre à Pardines, Perrier et Issoire, 929. = Compte-rendu de la course du 20 septembre à la Queuille, à Lusclade, à la Bourboule et au Mont-Dore, 950. = Compte-rendu de l'excursion du 21 septembre au lac de Guéry, au Roc-Blanc et au Puy-Loup, 951. = Compte-rendu de l'excursion du 22 septembre à la Grande-Cascade, au ravin de la Craie et au Val d'Enfer, 952.
- Lehou, Les terrains crétacés du Seressou occidental et de —, département d'Oran, par M. Welsch, 493.
- LEVEILLÉ. Géologie de l'Inde Française, 144. = Note sur les mines de Colar (Inde), 228.
- Loire-Inférieure. Découverte de fossiles du Miocène supérieur dans les sables rouges de la forêt du Gâvre (—), par M. Davy, 632.
- Lozère. Le Permien dans la —, le Gard, l'Aveyron et l'Ardèche, par M. Fabre, 18.
- Lusclade. Compte-rendu de la course du 20 septembre à la Queuille, à —, à la Bourboule et au Mont-Dore, par M. Michel Lévy, 950.

M

- MIEG (MATHIEU), LBEICHER et FLICHE. Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace et des environs de Mulhouse (Pl. VI), 392.
- Miocène. Note sur l'âge — supérieur des limons à *Hipparion* du Mont-Léberon, par M. Depéret, 103. = Note sur l'extension des atterrissements — de Bordj-Bouira (Alger), par M. Ficheur, 302. = Découverte de fossiles du — supérieur dans les sables rouges de la forêt du Gâvre (Loire-Inférieure), par M. Davy, 632.
- Mollusques. Etude stratigraphique et nouvelles recherches sur les — du terrain lacustre inférieur de Provence (Danien), par M. Cziot, 223.
- Mont-Dore. Réunion extraordinaire de la Société à Clermont-Ferrand et au —, 673. = Le — et ses alentours, par M. Michel Lévy, 743. = Sur les enclaves des trachytes du —, par M. Lacroix, 845. = Sur les enclaves de la Phonolite du —, par M. Lacroix, 872. = Notes sur les enclaves des basaltes du — et de quelques autres gisements du Puy-de-Dôme et sur un phénomène de contact de basalte et de granite, par M. Lacroix, 874. = Compte-rendu de la course du 20 septembre à la Queuille, à Lusclade, à la Bourboule et au —, par M. Michel Lévy, 950.
- Monoceras. — et *Parmacella* du Pliocène de Montpellier, d'après P. Gervais, par M. Viguier, 491.
- Montpellier. (V. Monoceras).
- Montréal. Description des Syénites néphéliniques de Pouzac (Hautes-Pyrénées) et de — (Canada) et de leurs

- phénomènes de contact (Pl. IX-XII), par M. Lacroix, 511.
- Mulhouse*. Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace et des environs de — (Pl. VI), par MM. Mieg, Bleicher et Fliche, 392.
- MUNIER-CHALMAS. Discordance entre les Sables de Cuise et le Calcaire grossier inférieur, 18. = Présentation d'ou-

- vrage, 273. = Observations, 106, 135, 181, 206, 222, 325, 342, 374, 440, 490, 629.
- Murots*. Compte-rendu de l'excursion du 17 septembre à Aydat et à —, par M. Michel Lévy, 915. = Compte-rendu de l'excursion du 18 septembre de — à Champeix, par M. Michel Lévy, 920.

N

- Néocomien*. Relations des calcaires — et aptiens de Cruas, du Teil et de

- Lafarge, par M. de Sarran d'Allard, 206.

O

- Oolithique*. Note sur le système — inférieur du Jura méridional, par M. Riche, 109.
- Oran (département d')*. Les terrains jurassiques dans les environs de Tiaret, Frenda et Saïda (—), par M. Welsch,

428. = Les terrains crétacés du Seres-sou occidental et de Lehou (—), par M. Welsch, 493.

- Orographie*. Origine de l'— de la Terre, par M. Tardy, 167.

P

- Paléozoïque*. Note sur le — de l'Hérault, par M. de Rouville, 8.
- Pardines*. Compte-rendu de l'excursion du 19 septembre à Perrier et Issoire, par M. Michel Lévy, 929.
- Parmacella*. *Monoceras* et — du Pliocène de Montpellier, d'après P. Gervais, par M. Viguier, 491.
- Parran*. Observations sur les dunes littorales de l'époque actuelle et de l'époque pliocène en Algérie et en Tunisie, 245. = Rapport de la Commission de Comptabilité, 423. = Observation, 208.
- Pépérites*. Observations sur les — du Puy-de-Mur, par M. P. Gautier, 897. = Notes sur les zéolites des basaltes et — du Puy-de-Dôme, par M. Gonnard, 900.
- Péristome*. Note sur le — du *Phylloceras mediterraneum* (Pl. IV), par M. Haug, 328.
- Permien*. Le — dans l'Aveyron, la Lozère, le Gard et l'Ardèche, par M. Fabre 18.
- Perrier*. Compte-rendu de l'excursion du 19 septembre à Pardines, — et Issoire, par M. Michel Lévy, 929.
- Phonolite*. Sur les enclaves de la — du Mont-Dore, par M. Lacroix, 872.
- Phosphates*. Sur les terrains phosphatés

- des environs de Doullens, étage sénénien et terrains superposés, par M. Lasne (Pl. VII, VIII), 441.
- Phylloceras*. Note sur le péristome du — *mediterraneum* (Pl. IV), par M. Haug, 328.
- Piémont*. Sur la position des charbons fossiles du — par M. Sacco, 235.
- Pisano (Monte)*. Gisement carbonifère dans le —, par M. de Stephani, 27.
- Pleurodictyum problematicum*. Note sur la présence du — dans le Dévonien de Cabrières, par M. de Rouville, 176.
- Pliocène*. Présentation d'un mémoire intitulé : les animaux — du Rousillon, par M. Depéret, 107. = Observations sur les dunes littorales de l'époque actuelle et de l'époque — en Algérie et en Tunisie, par M. Parran, 245. = *Monoceras* et *Parmacella* du — de Montpellier, d'après P. Gervais, par M. Viguier, 491. = Limite du — et du Quaternaire, par M. Gosselet, 943. = Sur la limite entre le — et le Quaternaire, par M. Boule, 945.
- POMEL. — *Porphyrite*. Note sur une — à pyroxène, par M. Camuset, 165. — Observations, 106, 107.
- Pouzac*. Description des syénites néphé-

liniques de — (Hautes-Pyrénées) et de Montréal (Canada) et de leurs phénomènes de contact, par M. Lacroix, 511.

Provence. Etude stratigraphique et nouvelles recherches sur les *Mollusques* du terrain lacustre inférieur de — (Danien), par M. Caziot, 223.

Puys. La chaîne des —, par M. Michel Lévy, 696.

Puy-Chopine. Compte-rendu de l'excursion du 13 septembre au Puy-de-Dôme et au —, par M. Michel Lévy, 890.

Puy-de-Dôme. (V. Puy-Chopine).

Puy-de-Dôme, (département du). Note sur les enclaves des basaltes du Mont-Dore et de quelques autres gisements

du — et sur un phénomène de contact du basalte et du granite, par M. Lacroix, 874. = Note sur les zéolites des basaltes et pépérits du —, par M. Gonnard, 900.

Puy-de-Mur. Observations sur les pépérits du —, par M. P. Gautier, 897.

Pyrénées (département des Hautes —). Description des syénites néphéliniques de Pouzac (—) et de Montréal (Canada) et de leurs phénomènes de contact, par M. Lacroix (Pl. IX-XII), 511.

Pyrénées. Note sur la constitution géologique des —, par M. Jacquot, 640.

Pyroxène. Note sur une porphyrite à —, par M. Camuset, 165.

Q

Quaternaire. Limite du Pliocène et du —, par M. Gosselet, 943. = Sur la

limite entre le Pliocène et le —, par M. Boule, 945.

R

RAMOND. Présentation d'ouvrage, 630.

Reignat. Compte-rendu de l'excursion du 18 septembre, de Murols à Champeix, par Saint-Nectaire et —, par M. Michel Lévy, 920.

Roc-Blanc. Compte-rendu de l'excursion du 21 septembre, au lac de Guéry, au —, et au Puy-Loup, par M. Michel Lévy, 951.

ROLLAND. Grande faille du Zaghouan et ligne principale de dislocation de la Tunisie orientale, 29.

Roussillon. Présentation d'un mémoire intitulé : les animaux pliocènes du —, par M. Depéret, 107.

ROUVILLE, DE. Note sur le Paléozoïque de l'Hérault. Lettre à M. J. Bergeron. = Réponse à la note de M. —, par M. J. Bergeron, 13. = Note sur la présence du *Pleurodictyum problematicum* dans le Dévonien de Cabrières, et sur un nouvel horizon de *Graptolites* dans le Silurien de Cabrières, 176.

Rhône. Géologie de la ligne ferrée d'Alais au —, par M. de Sarran d'Allard, 207.

RICHE. Note sur le système oolithique inférieur du Jura méridional, 109. = Observation, 135.

S

Sables. Les dunes maritimes et les — littoraux, par M. Labat, 259.

Sables de Cuise. Discordance entre les — et le Calcaire grossier inférieur, par M. Munier-Chalmas, 18.

SACCO. Sur la position stratigraphique des charbons fossiles du Piémont, 235.

Sâida. Sur les terrains jurassiques dans les environs de Tiaret, Frenda et — (département d'Oran), par M. Welsch, 428.

SARRAN D'ALLARD (de). Relations des calcaires néocomiens et aptiens de Cruas, du Teillet et de Lafarge, 206. = Géologie de la ligne ferrée d'Alais au Rhône, 207.

SAYN. Note sur le Barrémien de Cohanne (Drôme), 230.

SCHLUMBERGER. Seconde note sur les *Holoturidées* fossiles du Calcaire grossier, 191.

Sédimentation. De la mesure du temps, par les phénomènes de —, par M. de Lapparent, 351.

Seresson. Les terrains crétacés du — occidental et de Lehou (département d'Oran), par M. Welsch, 493.

SEUNES. Observations, 181, 351.

Silurien. Sur la présence dans le Languedoc, de certaines espèces de l'étage e¹, du — supérieur de Bohème, par M. Bergeron, 171. = ... et sur un nou-

vel horizon de *Graptolites* dans le — de Cabrières, par M. de Rouville, 176.
STEPHANI. Gisement carbonifère dans le Monte Pisano, 27.
St-Nectaire. Compte-rendu de l'excursion du 18 septembre de Murois à

Champeix, par — et Reignat, par M. Michel Lévy, 920.

Syénites. Description des — néphéliniques de Pouzac (Hautes-Pyrénées) et de Montréal (Canada) et de leurs phénomènes de contact, par M. Lacroix, 511.

T

TARDY. Origine de l'orographie de la terre, 167. = Les tremblements de terre, 356. = Les anciens glaciers de l'Auvergne, 934.

Teil, le. Relations des calcaires néocomiens et aptiens de Cruas, du — et de Larfage, par M. de Sarran d'Allard, 206.

Temps. De la mesure du — par les phénomènes de sédimentation, par M. de Lapparent, 351.

Tertiaire. Note sur les travertins — à *Végétaux* de Douvres (Ain), par M. Boistel, 337. = Etude sur la formation — de la région de Théziers-Vacquières (Gard), par M. Caziot, 343. = Contribution à l'étude du terrain — d'Alsace et des environs de Mulhouse, par MM. Mieg, Bleicher et Fliche, 392.

Théziers-Vacquières. Etude sur la formation tertiaire de la région de —, par M. Caziot, 343.

Tiaret. Les terrains jurassiques dans les environs de —, Frenda et Saïda (département d'Oran) par M. Welsch, 428.

Tithonique. — Etude de la faune des couches — de l'Ardèche (Pl. XIII-XVII) par M. Toucas, 560.

TOUCAS. Note, 326. = Etude de la faune

des couches tithoniques de l'Ardèche (Pl. XIII-XVIII), 560. = Observations, 373, 510.

Trachytes. Sur les enclaves des — du Mont-Dore et en particulier sur leurs enclaves de roches volcaniques, par M. Lacroix, 845.

Tremblements de terre. Les —, par M. Tardy, 356.

Trilobites. Sur une forme nouvelle de — de la famille des *Calymenidae* (Genre *Calymenella*) (Pl. V), par M. Bergeron, 365.

Tufs. Sur les — volcaniques de Beaulieu (Bouches-du-Rhône), par M. Collot, 905. = Observation sur les — et brèches basaltiques de l'Auvergne et du Velay, par M. Boule, 924.

Tunisie. Grande faille du Zaghouan et ligne principale de dislocation de la — orientale, par M. Rolland, 29. = Note sur la géologie de la Tunisie, par M. Le Mesle, 209. = Observations sur les dunes littorales de l'époque actuelle et de l'époque pliocène en Algérie et en — par M. Parran, 245. = Sur quelques points de la géologie de la Tunisie, par M. Aubert, 344.

V

Vacquières. Etude sur la formation tertiaire de la région de Théziers — (Gard), par M. Caziot, 343.

Val d'Enfer. Compte-rendu de l'excursion du 22 septembre à la Grande-Cascade, au ravin de la Craie et au — par M. Michel Lévy, 952.

VELAIN. Observation 250.

Velay. Succession des éruptions volcaniques dans le —, par M. Boule, 174. = Observations sur les tufs et brèches basaltiques de l'Auvergne et du —, par M. Boule, 924. = Note sur l'âge des basaltes du —, par M. Boule, 934.

Vertébrés. Sur l'âge relatif des *Mammifères* de Cernay, par rapport aux —

du même groupe découverts en Europe et en Amérique, par M. Lemoine, 219.

Veyre-Monton. Compte-rendu de l'excursion du 16 septembre à Gergovie et à —, par M. Michel Lévy, 891.

VIGIER. *Monoceras* et *Parnacella* du Pliocène de Montpellier, d'après P. Gervais, 491.

Volcaniques. Succession des éruptions — dans le Velay, par M. Boule, 174. = Sur les enclaves des trachytes du Mont-Dore et en particulier sur leurs enclaves de roches —, par M. Lacroix, 845. = Sur les tufs — de Beaulieu (Bouches-du-Rhône), par M. Collot, 905.

W

- | | |
|--|---|
| WELSCH. Les terrains jurassiques dans les environs de Tiaret, Frenda et Saïda (département d'Oran), 428. = | Les terrains crétacés du Seressou occidental et de Lehou (département d'Oran), 493. = Observation, 510. |
|--|---|

Z

- | | |
|--|--|
| Zaghoun. Grande faille du — et ligne principale de dislocation de la Tunisie orientale, par M. Rolland, 29.
ZEILLER. Communication, 360. = Observations, 185, 222.
Zéolites. Note sur les — des basaltes et pépérites du Puy-de-Dôme, par M. Gonnard, 900. | ZIGNO DE. Note sur une quatrième molaire dans la mâchoire de l' <i>Anthracotherium Monsvalense</i> , 254. = Sur le fossile décrit par M. — sous le nom d' <i>Anthracotherium Monsvalense</i> , par M. Gaudry, 255. |
|--|--|

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES ET DES AUTEURS.

TABLE DES GENRES ET DES ESPÈCES

DÉCRITS, FIGURÉS, DISCUTÉS ET DÉNOMMÉS A NOUVEAU, ET DES
SYNONYMES INDIQUÉES DANS CE VOLUME (1).

<i>Belemnites Orbignyi</i> Duval-Jouve (Pl. XV, fig. 1), 587; var. <i>suborbignyi</i> Toucas (Pl. XV, fig. 2), 588; var. <i>Jouwei</i> Toucas (Pl. XV, fig. 3), 588).	» <i>leiosoma</i> Oppel sp; Amm. <i>leiosoma</i> Zittel (Pl. XV, fig. 9-11), 594.
<i>Calymene declinata</i> Barrande, 366, fig. 1.	» <i>veruciferum</i> Meneghini sp. (Pl. XIII, fig. 7) 577.
<i>Calymenella</i> , 365.	<i>Hipparion</i> , Christol; Hippotherium
» <i>Bayani</i> de Tromelin et Lebesconte (Pl. V, fig. 8-13), 368. <i>Calymene</i> Bayni de Tromelin et Lebesconte.	» Cope, 189.
» <i>Boisseli</i> J. Bergeron (Pl. V, fig. 1-7), 367.	<i>Hippurites</i> , 324.
<i>Chirodota</i> , 196.	» <i>socialis</i> n. sp. Douvillé; H. organisans Montfort, 324.
» <i>lanceolata</i> Schlumberger, 196, fig. 11.	» <i>corbaricus</i> Douvillé sp. 325.
» <i>curriculum</i> Schlumberger, 197, fig. 12.	<i>Holcostephanus</i> , 596.
<i>Collyrites Verneuli</i> Cotteau (Pl. XIV, fig. 10), 587.	» <i>Negreli</i> Math., sp.; Amm. <i>Negreli</i> Math; <i>Holcostephanus</i> <i>Negreli</i> Kilian (Pl. XV, fig. 17 et 18), 597.
<i>Enallaster mexicanus</i> Cotteau (Pl. II, fig. 1-8), 296.	» <i>pronus</i> Oppel sp.; Amm. <i>pronus</i> Zittel. (Pl. XV, fig. 14-16), 596.
<i>Haploceras</i> , 576, 593.	<i>Holectypus Castilloy</i> Cotteau (Pl. I, fig. 1-8), 295.
» <i>carachtheis</i> Zeuschner sp; Amm. <i>carachtheis</i> Zittel (Pl. XIII, fig. 5) 577 et (Pl. XV, fig. 7 et 8) 594.	<i>Hoplites</i> , 599.
» » var. <i>subtilior</i> Zittel (Pl. XIII, fig. 6) 577.	» <i>abscissus</i> Oppel sp; Amm. <i>abscissus</i> Zittel (Pl. XVIII, fig. 2), 603.
» <i>cristiferum</i> Zittel sp; Amm. <i>cristifer</i> Zittel (Pl. XV, fig. 1) 602.	» <i>Boissieri</i> Pictet sp; Amm. <i>Boissieri</i> Pictet (Pl. XVIII, fig. 1), 602.
» <i>elimatum</i> Oppel sp; Amm. <i>elimatus</i> Zittel (Pl. XIII, fig. 4) 576.	» <i>Botellæ</i> Kilian (Pl. XVIII, fig. 9 et 10), 606.
	» <i>Calisto</i> d'Orb. sp.; Amm. <i>Calisto</i> d'Orb. (Pl. XVII, fig. 2), 600, 601.
	» » var. <i>Berthei</i> (Pl. XVII, fig. 5 et 6).

(1) Les noms en caractères romains sont ceux que les auteurs placent en synonymie.

- » » *var. Chomeracensis* (Pl. XVII, fig. 7 et 8), 601;
- » » *var. subcalisto* (Pl. XVII, fig. 3 et 4), 601.
- » *carpathicus* Zittel sp.; Amm. *carpathicus* Zittel (Pl. XVII, fig. 9-11, fig. 8), 606).
- » *Chaperi* Pictet sp.; Amm. *Chaperi* Pictet (Pl. XVIII, fig. 8), 606.
- » *Dalmasi* Pictet sp.; Amm. *Dalmasi* Pictet; *Hoplites Dalmasi* Kilian (Pl. XVIII, fig. 6), 604.
- » *Euthymi* Pictet sp.; Amm. *Euthymi* Pictet (Pl. XVIII, fig. 8), 605.
- » *Kœllikeri* Oppel sp.; Amm. *Kœllikeri* Zittel. (Pl. XVIII, fig. 11), 607.
- » *microcanthus* Oppel sp.; Amm. *microcanthus* Zittel (Pl. XVIII, fig. 12), 608.
- » *occitanicus* Pictet sp.; Amm. *occitanicus* Pictet (Pl. XVIII, fig. 5), 603.
- » *Privasensis* Pictet sp.; Amm. *Privasensis* Pictet (Pl. XVII, fig. 1), 599.
- » *progenitor* Oppel sp.; Amm. *progenitor* Zittel (Pl. XVIII, fig. 3 et 4), 603.
- Ichthyosaurus campylodon*, 255, fig. 1.
- Lytoceras*; *Ammonoceras* Lamarck, 341.
- » *sutile* Oppel. sp. (Pl. XIII, fig. 1), 574.
- Melania*,
- » *Lauræ* Matheron; *Melania Escheri* Brongniart, var. *Lauræ* Math. (Pl. VI, fig. 16-30), 397.
- » *Nystii* Duchastel (Pl. VI, fig. 1-15), 404.
- Myriotrochus*, 198.
- » *elegans* Schlumberger; *Stueria elegans*, Schl., 198, fig. 15-17.
- » *operculum* Schlumberger, 199 fig. 18-19.
- Oppelia Fallauxi* Oppel sp. (Pl. XIII, fig. 8), 578.
- Perisphinctes*,
- » *colubrinus* Reinecke sp.; *Perisphinctes colubrinus* Zittel (Pl. XIV, fig. 1), 580.
- » *contiguus* Catullo sp. (Pl. XIV, fig. 4), 581.
- » *eudichotomus* Zittel sp.; Amm. *eudichotomus* Zittel (Pl. XVI, fig. 4), 599.
- » *Geron* Zittel (Pl. XIV, fig. 3), 581.
- » *Gevreyi* n. sp. Toucas (Pl. XIV, fig. 5).
- » *Lorioli* Zittel sp; Amm. *Lorioli* Zittel; *Perisphinctes Lorioli* Kilian (Pl. XVI, fig. 2), 598.
- » *pouzénensis* n. sp. Toucas (Pl. XV, fig. 6), 584 et (Pl. XVI, fig. 3), 598.
- » *Richteri* Oppel sp; Amm. *Richteri* Zittel (Pl. XIV, fig. 2), 580 et (Pl. XVI, fig. 1), 597.
- » *senex* Oppel sp; Amm. *senex* Zittel (Pl. XVI, fig. 7 et 8), 599.
- » *transitorius* Oppel sp; Amm. *transitorius* Zittel (Pl. XVI, fig. 5 et 6), 599.
- Pholadomya Malbosi* Pictet (Pl. XIV, fig. 7), 585.
- Phylloceras*
- » *mediterraneum* Neum. (Pl. IV, fig. 1, 2), 333.
- » *ptychoicum* Quenstedt sp.; Amm. *ptychoicus* Quenstedt; *Phylloceras ptychoicum* Zittel (Pl. XIII, fig. 3), 575 et (Pl. XV, fig. 4), 592.
- » *serum* Oppel (Pl. XIII, fig. 2), 574.
- Priscopedatus*, 199.
- » *anceps* Schlumberger, 202, fig. 33.
- » *aspergillum* Schlumb., 205, fig. 41, 42.

»	<i>crassus</i> Schlumb., 204, fig. 39.	<i>Pygope janitor</i> Pictet sp ; <i>Terebratula</i> janitor Pictet (Pl. XIV, fig. 8), 585.
»	<i>cribellum</i> Schlumb., 205, fig. 43.	<i>Spirina</i> Kayser, 173. <i>Tubina patula</i> Barr ; <i>Tuba ? patula</i> Barr ; <i>Naticella tubicina</i> Barr.
»	<i>echinatus</i> Schlumb., 203, fig. 38.	<i>Synapta</i> , 193.
»	<i>Eiffeli</i> Schlumb., 203, fig. 33, 37.	» <i>circularis</i> Schlumberger, 195, fig. 8.
»	<i>inæqualis</i> Schlumb., 204, fig. 40.	» <i>ecocena</i> Schlumb., 193, fig. 1-5.
»	<i>irregularis</i> Schlumb., 199, fig. 20, 21.	» <i>lævigata</i> Schlumb., 195, fig. 9.
»	<i>margaritatus</i> Schlumb., 200, fig. 22.	» <i>renifera</i> Schlumb., 194, fig. 7.
»	<i>Normani</i> Schlumb., 200, fig. 23, 24.	» <i>Stueri</i> Schlumb., 194, fig. 6.
»	<i>propinquus</i> Schlumb., 201, fig. 30.	» <i>truncata</i> Schlumb., 196, fig. 10.
»	<i>pyramidalis</i> Schlumb., 201, fig. 25 et 29.	<i>Theelia undulata</i> Schlumberger ; <i>Chi-</i> <i>rodota undulata</i> Schlumb. 197, fig. 13, 14.

LISTE DES FIGURES

INTERCALÉES DANS LE TEXTE

FABRE. —	Houiller, Permien et Trias dans le Languedoc.....	25
ROLLAND. —	Fig. 1. Carte géologique de la région du Djebel Zaghouan..	29
	Fig. 2. Coupe perpendiculaire à la faille du Zaghouan.....	31
	Fig. 3. Vue du Djebel Zaghouan prise des environs de la source de la Nymphée.....	32
	Fig. 4. Coupé perpendiculaire au Djebel Zaghouan prise au N.-E. de la Nymphée.....	36
	Fig. 4bis. Coupe transversale au Djebel Zaghouan par les mame- lons situés au S. O. de la Nymphée.....	36
	Fig. 4ter. Coupe perpendiculaire au Djebel Zaghouan par le second ravin au S. O. de la Nymphée	36
	Fig. 5. Coupe parallèle au Djebel Zaghouan par les mamelons au S. O. de la Nymphée	36
	Fig. 6 et 6bis. Coupes naturelles à la tête du ravin de la Chèvre sous le col de Kairouan.....	36
	Fig. 7. Vue d'ensemble de la chaîne et des deux grands pics du Djebel Zaghouan prise de Dar St-Admed. . . .	39
	Fig. 8. Pli synclinal situé au-dessus de la Nymphée.....	36
	Fig. 9. Ligne principale de dislocation de la Tunisie orientale	46
COLLOT. —	Fig. 1. Coupe en travers du ravin situé en face Douard (le Rave) et descendant au Sud	52
	Fig. 2. Coupe par Chateaufort-les-Martigues.....	64
	Fig. 3. Coupe de Sousquières à la Petite Bastide.....	69
	Fig. 4. Coupe de Gigneac à Port-Méjean.....	76
DEPÉRET. —	Coupe du gisement de Vaugines.....	103
JANET. —	Fig. 1. <i>Echinocorys carinatus</i> . Desor. Appareil apical à 9 pores génitaux.....	159
	Fig. 2. <i>Cidaris sceptrifera</i> , Mant. Plaque génitale à deux pores, vue par la face interne.....	159
LAMBERT. —	Fig. 1. Apex d'un <i>Hemicidaris langrunensis</i> Cotteau, du Bathonien de Luc.....	161
	Fig. 2. Apex d'un <i>Hemicidaris intermedia</i> Forbes, du Séquanien de Tonnerre.....	162
	Fig. 3. Apex d'un <i>Hemicidaris boloniensis</i> Cotteau.....	164
SCHLUMBERGER.	Fig. 1-4. <i>Synapta eocena</i> Schlumberger.....	193
	Fig. 6. <i>Synapta Stueri</i> Schlumberger.....	194
	Fig. 7. <i>Synapta renifera</i> Schlumberger.....	194
	Fig. 8. <i>Synapta circularis</i> Schlumberger.....	195

	Fig. 9. <i>Synapta laevigata</i> Schlumberger.....	195
	Fig. 10. <i>Synapta truncata</i> Schlumberger.....	195
	Fig. 11. <i>Chirodota lanceolata</i> Schlumberger.....	196
	Fig. 12. <i>Chirodota curriculum</i> Schlumberger.....	197
	Fig. 13-14. <i>Theelia undulata</i> Schlumberger.....	197
	Fig. 15-17. <i>Myriotrochus</i> Schlumberger.....	198
	Fig. 18-19. <i>Myriotrochus operculum</i> Schlumberger.....	199
	Fig. 20-21. <i>Priscopodatus irregularis</i> Schlumberger.....	199
	Fig. 22. <i>Priscopodatus margaritatus</i> Schlumberger.....	200
	Fig. 23-24. <i>Priscopodatus Normani</i> Schlumberger.....	200
	Fig. 25-29. <i>Priscopodatus pyramidalis</i> Schlumberger.....	201
	Fig. 30. <i>Priscopodatus propinquus</i> Schlumberger.....	201
	Fig. 31-32. <i>Priscopodatus multiforis</i> Schlumberger.....	202
	Fig. 33. <i>Priscopodatus anceps</i> Schlumberger.....	202
	Fig. 34. <i>Priscopodatus corolla</i> Schlumberger.....	202
	Fig. 35-37. <i>Priscopodatus Eiffeli</i> Schlumberger.....	203
	Fig. 38. <i>Priscopodatus echinatus</i> Schlumberger.....	203
	Fig. 39. <i>Priscopodatus crassus</i> Schlumberger.....	204
	Fig. 40. <i>Priscopodatus inæqualis</i> Schlumberger.....	204
	Fig. 41-42. <i>Priscopodatus aspergillum</i> Schlumberger.....	205
	Fig. 43. <i>Priscopodatus cribellum</i> Schlumberger.....	205
	Fig. 44. Spicules de Spongiaires.....	205
LE MESLE. —	Fig. 1. Coupe du Djebel Zaghouan, passant par le camp et le télégraphe.....	210
	Fig. 2. Coupe prise près de Nymphœa.....	211
	Fig. 3. Coupe prise à 6 k. S. O. de Zaghouan.....	212
	Fig. 4. Coupe de la base N. du Djebel Trozza au Eoum Argout.....	213
	Fig. 5. Coupe d'Elleg à Kelaa el Harrat.....	215
	Fig. 6. Coupe à Ain Rharsalla.....	217
CAZIOT. —	Fig. 1. Coupe prise sur la droite du chemin de Maussane en se dirigeant au Sud près des Antiques.....	224
	Fig. 2. Coupe prise au niveau de la côte 174 de la carte de l'Etat-Major.....	226
	Fig. 3. Coupe prise au niveau de la côte 80 de la carte de l'Etat-Major.....	226
CAPELLINI. —	Fig. 1. <i>Ichthyosaurus campylodon</i>	253
DOUVILLÉ. —	Fig. 1. <i>Tissotia Tissoti</i>	282
	Fig. 2. <i>Tissotia Ewaldi</i> , d'après M. Fallot.....	282
	Fig. 3. <i>Tissotia Fourneli</i> , d'après M. Bayle.....	282
	Fig. 4. <i>Neolobites Vibrayeanus</i> , d'après un échantillon de l'École des Mines.....	282
	Fig. 5. <i>Pulchellia compressissima</i> d'Alcoy.....	282
	Fig. 6. <i>Ammonites</i> cf. <i>pulchellus</i> d'Alcoy.....	282
	Fig. 7. <i>Ammonites</i> n. sp. d'Alcoy.....	282
	Fig. 8. <i>Stoliczkaia dispar</i> , jeune, d'après un échantillon de l'École des Mines.....	282
	Fig. 9. <i>Oppelia bipartita</i> , de l'Oxfordien de Dives.....	282
	Fig. 10. <i>Oppelia Baugieri</i> , de Dives.....	282
	Fig. 11. Fac-simile d'un croquis communiqué par M. Hyatt de l'espèce type du genre <i>Buchiceras</i>	284
	Fig. 12. <i>Sonneratia Cleon</i>	289

	Fig. 13. <i>Hoplites splendens</i>	289
	Fig. 14. <i>Sonneratia quercifolia</i> , d'après d'Orbigny.....	289
	Fig. 15. <i>Placenticeras Guadaloupæ</i> , d'après Stoliczka.....	289
	Fig. 16. <i>Placenticeras syrtalis</i>	289
	Fig. 17. <i>Sphenodiscus pedernalis</i> , d'après Rømer.....	289
	Fig. 18. <i>Placenticeras syriacum</i> , d'après un échantillon de l'Ecole des Mines.....	289
FICHEUR. —	Fig. 1. Coupe du Kef-Remelia, à 7 kil. à l'est de Hassen- ben-Ali.....	311
	Fig. 2. Coupe de l'Oued-Besbès au marché des Beni-bou- Yacoub.....	313
	Fig. 3. Coupe prise à 3 kil. à l'ouest d'Hassen-ben-Ali.....	314
AUBERT. —	Fig. 1.	335
	Fig. 2.	336
CAZIOT. —	Carte des environs de Théziers.....	345
	Fig. 1. Coupe dirigée du Nord au Sud à Théziers.....	347
	Fig. 2-3-4.	348
	Fig. 5.	349
BERGERON. —	Fig. 1. <i>Calymene declinata</i> , d'après Barrande.....	356
	Fig. 2. Profil d' <i>Homalonotus delphinoceras</i> , d'après Salter.....	366
MIEG, BLEICHER et FLICHE. —	Fig. 1. Argile à gypse et marne bleue.....	393
	Fig. 2. Coupes de Niederspechbach, Niedersteinbrunn, Kötzingen.....	408
	Fig. 3. Coupes de Rixheim, Riedisheim.....	409
	Fig. 4. Coupes de Bornkappel, Zimmersheim et Schoff- Buckel, Rixheim.....	410
WELSCH. —	Fig. 1. Coupe prise dans le ravin où passe l'ancienne route du moulin inférieur sur la rive droite de la Mina.....	435
	Fig. 2. Coupe prise en allant de la Mina à Aïn Beida et Aïn Necissa.....	436
	Fig. 3. Jurassique de Muleyrlèle.....	438
	Fig. 4. Coupe prise sur la rive droite de la rivière de Goudjila.....	437
	Fig. 5. Coupe prise à 1 kil. au N.-E. de Goudjila à l'extré- mité de la chaîne du Nador.....	438
	Fig. 6. Le Jurassique et le Crétacé au Djebel el Rar.....	440
LASNE. —	Fig. 1. Coupe dirigée à 73° passant au Sud de Beauval et d'Orville.....	473
	Fig. 2. Coupe du ravin d'Amplier.....	476
	Fig. 3. Rideaux, Diaclases.....	477
	Fig. 5. Directions moyennes des Diaclases et Rideaux.....	480
WELSCH. —	Fig. 1. Coupe du Seressou occidental et de la région de Lehou (Direction E. 15° S.).....	494
	Fig. 2. Coupe montrant le Gault sur le Jurassique supérieur dans les escarpements de la région des Sdama au Nord de Frenda.....	496
	Fig. 3. Coupe prise du Marabout de Sidi Amar à l'Oued et Taht, près Frenda.....	
LACROIX. —	Fig. 1. Syénite néphélinique de Pouzac.....	515
	Fig. 2. Syénite néphélinique de Pouzac.....	517
	Fig. 3. Coupe théorique du talus de la route de Pouzac à Bagnères, au-dessus de la halte.....	521

	Fig. 4. Coupe prise à la Mile End quarry.....	524
	Fig. 5. Coupe prise à la Mile End quarry.....	525
	Fig. 6. Coupe prise dans la Mile End quarry.....	531
	Fig. 7. Coupes prises dans la Corporation quarry.....	548
	Fig. 8. Coupe prise au parc de Mont-Royal.....	551
TOUCAS. —	Fig. 1. Coupe du gisement de Laboissière, près Chomérac.	564
DAVY. —	Fig. 1.	636
	Fig. 2.	637
JACQUOT. —	Fig. 1.	669
MICHEL LÉVY. —	Fig. 1.	698
	Fig. 2.	699
	Fig. 3.	701
	Fig. 4. Coupe N.S. du Pariou.....	702
	Fig. 5. Coupe de Louchadière.....	704
	Fig. 6. Coupe par la station du Pont-du-Château.....	706
	Fig. 7. Petit-Suchet. Clerzou.....	709
	Fig. 8. Puy-de-Dôme.....	710
	Fig. 9. Puy des Gouttes. Puy Chopine.....	711
	Fig. 10. Microlites d'Orthose des dômites.....	721
	Fig. 11. Section h^1 perpendiculaires à n^m avec biréfringence maximum. Sections p perpendiculaires à n_g . Sec- tions g^1 perpendiculaires à n_p	728
	Fig. 12-13.....	729
	Fig. 14-15.....	730
	Fig. 16.....	731
	Fig. 17-18.....	737
	Fig. 19.....	738
	Fig. 20. Le Mont-Dore, vu de Roure.....	743
	Fig. 21. Le Mont-Dore, vu des environs de Saignes.....	745
	Fig. 22. Le Mont-Dore, vu de la route de Guéry près de la carrière du Barbier.....	746
	Fig. 23. Grande Cascade d'après Poulett-Scrope.....	749
	Fig. 24. Grande Cascade, flanc méridional.....	753
	Fig. 25. Vue de la Grande Cascade des pentes du roc de Cuzeau	754
	Fig. 26. Vue prise du parc du Capucin.....	755
	Fig. 27. Vue prise entre le Sancy et le Puy Ferrand.....	755
	Fig. 28. Val de Lacour, vu du fond en se tournant vers le N-E.	756
	Fig. 29. Coupe du Moulin de la Vernière au Mont-Dore.....	757
	Fig. 30. Coupe de Bozat au Parc du Capucin.....	757
	Fig. 31. Le Clergue, le Capucin et la montagne de Bozat, vus du Puy de Mone.....	758
	Fig. 32. Le roc de Cuzeau, vu du Puy de l'Angle.....	758
	Fig. 33. Coupe par la Fougère et le Puy-Gros.....	760
	Fig. 34. Coupe de Lusclade à la Banne d'Ordenche.....	761
	Fig. 35. Vue du Roc-Blanc du point 1071 m. au bout Sud de l'Eperon d'Orcival.....	764
	Fig. 36.	765
	Fig. 37.	766
	Fig. 38.	767
	Fig. 39.	768
	Fig. 40-41.....	769

	Fig. 42. Au Nord du Cheix.....	770
	Fig. 43. Vue perspective du Saut de la Pucelle.....	771
	Fig. 44.	772
	Fig. 45.	773
	Fig. 46.	774
	Fig. 47. Vallée de la Dordogne, vue de Murat-le-Quaire	780
	Fig. 48.	782
	Fig. 49.	786
	Fig. 50.	788
	Fig. 51. Croquis au $\frac{1}{20000}$ des ravins de la Gâcherie et de Lusclade	790
	Fig. 52. Section g_1 d'andésine.....	806
	Fig. 53. Pyroxène.....	809
	Fig. 54. Microлите d'orthose.....	810
	Fig. 55. Section g^1 d'une andésine.....	812
	Fig. 56.	820
	Fig. 57.	825
	Fig. 58.	830
	Fig. 59.	831
	Fig. 60.	832
	Fig. 61.	833
	Fig. 62.	834
	Fig. 63.	837
	Fig. 64.	888
PAUL GAUTIER. —	Fig. 65.	898
	Fig. 66.	900
COLLOT. —	Fig. 67. Coupe générale du Sud au Nord à travers la chaîne de la Trévaresse et le volcan éteint de Beaulieu ..	906
	Fig. 68.	907
	Fig. 69.	909
	Fig. 70. Coupe N.-S. détaillée, par le château de Beaulieu et la ferme de Négos-Saoumo	910
GOSSELET. —	Fig. 71.	914
MICHEL LÉVY. —	Fig. 72. Coupe à l'échelle de $\frac{1}{10000}$ de Reignat aux fours à chaux de Montaigut	922
	Fig. 73. Coupe détaillée des fours à chaux de Montaigut au sommet à 695 ^m !	923
	Fig. 74. Coupe d'ensemble des environs de Perrier.....	932
	Fig. 75.	732

LISTE DES PLANCHES

- I. — p. 296. COTTEAU. — *Holectypus Castilloi* Cotteau. Fig. 1, vu de côté; fig. 2, face supérieure; fig. 3, face inférieure; fig. 4, portion de l'aire ambulacraire antérieure et appareil apical, grossis; fig. 5, portion d'une aire ambulacraire, prise à la face inférieure, grossie; fig. 6, plaques interambulacraires, prises sur la face supérieure, grossies; fig. 7, plaques interambulacraires, prises sur la face inférieure, grossies; fig. 8, péristome.
- II. — p. 298. COTTEAU. — *Enallaster mexicanus*, Cotteau. Fig. 1, vu de côté; fig. 2, face supérieure; fig. 3, face postérieure; fig. 4, portion des aires ambulacraires et appareil apical, grossis; fig. 5, portion de l'aire ambulacraire impaire, fortement grossie; fig. 6, portion de l'aire ambulacraire paire antérieure, fortement grossie; fig. 7, portion de l'aire ambulacraire paire postérieure, fortement grossie.
- III. — p. 321. LEMOINE. — (V. la note).
- IV. — p. 333. HAUG. — Fig. 1, Exemplaire de *Phylloceras mediterraneum* Neum. du Bajocien supérieur ou du Bathonien inférieur de Chaudon, Basses-Alpes (coll. de Grossouvre), vu de face, photographié au laboratoire de géologie de la Sorbonne, par M. René Nicklès et par l'auteur. — 9/10 grandeur naturelle; fig. 2, Croquis du même, vu par la face externe.
- V. — p. 363. BERGERON. — Fig. 1-7. *Calymenella Boisseli* J. Berg.; fig. 8-13, *Calymenella Bayani* de Trom. et Lebesc.
- VI. — p. 392. MIEG, BLEICHER et FLICHE. — Fig. 1-15, *Melania Nyistii* Duch.; fig. 16-30, *Melania Lauræ* Math.
- VII. — p. 489. LASNE. — Fig. 1, Coupe d'une poche à Terramesnil, la Solette; fig. 2, Coupe de quatre poches à Orville, les Champs d'argent; fig. 3, Coupe d'une poche à Beauval, Sud du bois de Milly; fig. 4, Coupe d'une poche à Orville, Nord des Champs d'Orville; fig. 5, Coupe d'une poche à Beauval, près de la vieille église; fig. 6, Coupe d'une poche à Orville, le rideau d'Hallo; fig. 7, Coupe prise à Orville, les Champs d'argent; fig. 8, Coupe prise à Orville, les Champs d'argent; fig. 9, Coupe prise à Orville, les Champs d'argent; fig. 10, Coupe prise à Orville, les Champs à pannes; fig. 11, Coupe prise à Orville, les Champs à pannes; fig. 12, Coupe prise à Orville, les Champs d'argent; fig. 13, Coupe prise à Orville, les Champs d'argent; fig. 14, Coupe prise à Orville, la vallée Toussaint; fig. 15, Coupe prise à Orville, Nord des Champs d'argent; fig. 16, Coupe prise à Orville, le rideau d'Hallo.
- VIII. — p. 490. LASNE. — Carte des environs de Doullens. Echelle $\frac{1}{50000}$
- IX. — p. 536. LACROIX. — Syénite néphélinique de Montréal (Canada) et de Pouzac (Hautes-Pyrénées). Fig. 1, Syénite de la Corporation Quarry

- (Montréal); fig. 2, Filon mince de Syénite du Mont-Royal; fig. 3-5, Syénite néphélinique de Pouzac; fig. 6, Phonolite en filons minces (Montréal).
- X. — p. 556. LACROIX. — Roches à néphiline de Pouzac et de Montréal. Fig. 1, Roche de contact de la Syénite néphélinique de Pouzac; fig. 2, même roche, sans grands cristaux; fig. 3; fig. 4, Filon mince de néphélinite de Mile End Quarry (Montréal); fig. 5, Teschénite de Montréal; fig. 6, Teschénite à olivine.
- XI. — p. 557. LACROIX. — Syénite néphélinique de la Corporation Quarry (Montréal). Fig. 1-3, Syénite pegmatoïde; fig. 4, Syénite néphélinique à grains fins; fig. 5, grandes plages de néphéline transformée en mésotype et en hydronéphéline; fig. 6, Microsyénite.
- XII. — p. 557. LACROIX. — Syénite néphélinique de Corporation Quarry (Montréal) (Contact). Fig. 1, Syénite; fig. 2, Pyroxénite formée par la transformation du calcaire; fig. 3-6, Contact de la Syénite et du Calcaire.
- XIII. — p. 571. TOUCAS. — Fig. 1, *Lytoceras sutile*, Oppel. sp.; fig. 2^a, 2^b, *Phylloceras serum* Oppel. sp.; fig. 3, *Phylloceras ptychoicum* Quenstedt sp.; fig. 4, *Haploceras elimatum* Oppel sp.; fig. 5^a, 5^b, *Haploceras carachtheis* Zeuschner sp.; fig. 6^a, 6^b, Id. var. *subtilior* Zittel; fig. 7, *Haploceras verruciferum* Meneghini sp.; *Oppelia Fallauxi* Oppel sp.
- XIV. — (Suite). Fig. 1^a, 1^b, *Perisphinctes colubrinus* Reinecke sp.; fig. 2^a, 2^b, *Perisphinctes Richteri* Oppel sp.; fig. 3, *Perisphinctes geron* Zittel; fig. 4, *Perisphinctes contiguus* Catullo sp.; fig. 5^a, 5^b, *Perisphinctes Gevreyi* n. sp.; fig. 6^a, 6^b, *Perisphinctes pouzinensis* n. sp.; fig. 7^a, 7^b, *Pholadomya Malbosi* Pictet; fig. 8^a, 8^b, *Pygope Janitor* Pictet sp.; fig. 9^a, 9^b, *Pygope Bouei* Zeuschner sp.; fig. 10, *Collyrites Verneuli* Cotteau.
- XV. — (Suite). — Fig. 1, *Belemnites Orbignyi* Duval-Jouve; fig. 2, Id., var. *suborbignyi* Toucas; fig. 3, id, var. *Jouwei* Toucas; fig. 4, *Phylloceras ptychoicum* Quenstedt sp.; fig. 5-6, id. var. *inordinatum*; fig. 7-8, *Haploceras carachtheis* Zeuschner sp.; fig. 9-11, *Haploceras leiosoma* Oppel sp.; fig. 12-13, *Haploceras cristifer* Zittel sp.; fig. 14-16, *Holcostephanus pronus* Oppel sp.; fig. 17-18, *Holcostephanus Negreli* Math. sp.
- XVI. — (Suite). — Fig. 1, *Perisphinctes Richteri* Oppel sp.; fig. 2, *Perisphinctes Liorioli* Zittel sp.; fig. 3, *Perisphinctes Pouzinensis* Toucas; fig. 4, *Perisphinctes eudichotomus* Zittel sp.; fig. 5-6, *Perisphinctes transitorius* Oppel sp.; fig. 7-8, *Perisphinctes senex* Oppel sp.
- XVII. — (Suite). — Fig. 1-2, *Hoplites Privasensis* Pictet sp., fig. 3, *Hoplites Calisto* d'Orb. sp.; fig. 4-5., Id., var., *subcalisto* Toucas; fig. 6-7, Toucas; fig. 10-11, *Hoplites carpathicus* Zittel sp.
- XVIII. — (Suite). Fig. 1, *Hoplites Boissieri* Pictet sp.; *Hoplites abscissus* Oppel sp.; fig. 3-4, *Hoplites progenitor* Oppel sp.; fig. 5, *Hoplites occitanicus* Pictet sp.; fig. 6, *Hoplites Dalmasi* Pictet sp.; fig. 7, *Hoplites Euthymi* Pictet sp.; fig. 8, *Hoplites Chaperi* Pictet sp.; fig. 9-10, *Hoplites Botellæ* Kilian; fig. 11, *Hoplites Kœllikeri* Oppel sp.; fig. 12, *Hoplites microcanthus* Oppel sp.
- XIX. — p. 753. MICHEL LÉVY. — Flanc sud du ravin de la Grande-Cascade.
- XX. — MICHEL LÉVY. — Panorama des Puys pris au pied et à l'est du Puy-Loup.

- XXI. — MICHEL LÉVY. — Fig. 1, Faille de la Bourboule derrière l'ancien établissement (d'après une photographie de M. Lamarle).
- XXII. — MICHEL LÉVY. — Fig. 1, Principaux plis et principales fractures du Plateau Central ; fig. 2, Soubassement du Mont-Dore.
- XXIII. — (Suite). — Fig. 1, Coupe du plateau des Puys, Puy Chopine ; fig. 2, Coupe du plateau des Puys et du bassin tertiaire ; Voussoir de Ste-Yvoine ; fig. 3, Glaciaire et alluvions glaciaires p¹ ; fig. 4, deux courants glaciaires p¹ ; fig. 5, Coupe du plateau des Puys, par le Puy-de-Dôme.
- XXIV. — (Suite). Fig. 1, Coupe NO-SE du Mont-Dore ; fig. 2, Coupe NE-SO du Mont-Dore ; fig. 3, Coupe E-O, du Mont-Dore, de la Queuille au Puy d'Olloix (2^me étoilement) ; fig. 4, Coupe E-O, du Cuzeau à Reignat ; fig. 5, Coupe E-O du Plateau des Puys.
- XXV. — MICHEL LÉVY. Fig. 1, Andésite (téphrite) à haüyne de Mareuge ; fig. 2, Basalte mi-partie ophitique de la Banne d'Ordenche.
- XXVI. — p. 886. LACROIX. — Fig. 1 et 2, Enclave du Capucin ; Andésite (fig. 2) passant à la diabase (fig. 1) ; fig. 3, kersantite ou roche gneissique ? Enclave du Capucin ; fig. 4, Diorite, Enclave du Riveau-Grand ; fig. 5, Enclave granitoïde de l'andésite des Arnats ; fig. 6, Enclave du Capucin.
- XXVII. — (Suite). Fig. 1, Enclave grenue du basalte de Pardines ; fig. 2, Orthose, enclavée dans le basalte de Pardines ; fig. 3, Enclave de granulite, dans le basalte de Prudelles ; fig. 5, Granite au contact du basalte (près Fonfreide) ; fig. 6, Enclave de la phonolite de la Malviale.

FIN DE LA LISTE DES PLANCHES.

DATE DES PUBLICATIONS

DES FASCICULES QUI COMPOSENT CE VOLUME

Fascicule	1	—	(feuilles 1-6), mars 1890.
—	2	—	(— 7-40), mai 1890.
—	3	—	(— 11-15), juin 1890.
—	4	—	(— 16-20, Pl. I-II), juillet 1890.
—	5	—	(— 21-26, Pl. III-VI), août 1890.
—	6	—	(— 27-31, Pl. VII-VIII), septembre 1890.
—	7	—	(— 32-37, Pl. IX-XIV), octobre 1890.
—	8	—	(— 38-42, Pl. XV-XVIII), décembre 1890.
—	9	—	(— 43-62, Pl. XIX-XXXVII), août 1891.

ERRATA

Pages	Lignes						
467	30	<i>Au lieu de</i>	Si ¹³	Al ²	H ³	O ¹⁴	<i>lisez :</i> Si ¹³ Al ² H ³ O ¹² .
513	3	»	négatif			»	positif.
539	27	»	100			»	010.
539	36	»	111			»	111.

AOUT 1891

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DONNS OU EN ÉCHANGE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Du 17 Juin au 4 Novembre 1889

1^o NON PÉRIODIQUES

(Les noms des donateurs sont en italique).

Ami Boué. — Die europäische Türkei (la Turquie d'Europe par — ; Paris 1840 ; traduction en allemand). Vienne, 1889. 2 vol., in-4 ; t. I, 674 p., t. II, 563 p.

Ancoc. — L'Institut de France ; Lois, statuts et règlements concernant les anciennes Académies et l'Institut, de 1638 à 1889, tableau des fondations. Paris, 1889, 431 p.

Baron. — On the characters of rocks collected in Madagascar. (Extr. Quaterly Journ. of the Geol. Soc.), p. 340-355.

Baudoin. — Faune malacologique vivante de l'arrondissement de Châtillon-sur-Seine (Extr. Bull. Soc. Malacol. de Fr.) p. 377-423.

Bergeron. — Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris. Géologie du Rouergue et de la Montagne-Noire. 1 vol. in-8, 362 p., 55 fig., 9 pl., 1 carte (*don de la Faculté des Sciences*).

Burmeister. — Los Caballos fósiles de la Pampa argentina, t. I, 88 p., 8 pl. — Supplément, 65 p., 4 pl. in plano, Buenos-Aires, 1889.

Carez. — Sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans les Petites Pyrénées de l'Aude (Extr. C. R. Ac. Sc.), 3 p.

Cartailhac. — La France préhistorique d'après les sépultures et les monuments. Paris, 1889, in-8, 336 p. et 162 fig. intercalées dans le texte.

Clarke et Merrill. — On Nephrite and Jadeite (Extr. from Proc. U. S. Nat. Hist. Mus.), p. 115-130, 1 pl.

Cope (E. D.). — On the relations of the Hyoid and otic Elements of the Skeleton in the Batrachia (from Journal of Morphology), p. 297-310, 1 pl.

— Synopsis of the Vertebrate Fauna of the Puerco Series (from Am. Phil. Soc. of Philadelphia), p. 298-360, 2 pl.

— A review of the North American species of *Hippotherium*, 3 pl. (Proceed. of the Am. Phil. Society), p. 430-438.

Choffat. — Observations sur le Pliocène du Portugal, 1889 (Extr. Bull. Soc. Belg. Géol.)

Dollfus (Adrien). — L'histoire naturelle à l'Exposition Universelle (Extr. de la feuille des jeunes Naturalistes), 12 p.

Dollfus (Gustave). — Descriptions de coquilles nouvelles des faluns de la Touraine, 27 p., 1 pl. (présenté à la réunion extraordinaire).

— Coquilles nouvelles ou mal connues du terrain tertiaire du Sud-Ouest, I et II, 15 p. avec fig. dans le texte. Dax, 1889 (prés. à la réunion extraordinaire).

Foresti. — Del genere *Pyxis* Meneghini e di una varietà di *Pyxis pyxidata*, Br. (Extr. Boll. Soc. geol. ital.), 1 pl., 8 p.

Forir. — Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique : 3^e note sur les crustacés nouveaux ou peu connus (Extr. Ann. Soc. géol. de Belgique), p. 445-459, 1 pl.

Fornasini. — Minute forme de rizopodi reticolari nella marna pliocenica del Ponticello di Savena presso Bologna, 2 p. 1 fig.

— Foraminiferi del Villafranchiano di Sabina, 1 p.

— Foraminiferi miocenici di San Rufillo, 1 p. 1 pl. in-4.

— Di alcune textularie plioceniche del Senese, (Extr. Boll. Soc. geol. Ital.), 3 p., 1 pl.

Fouqué, Michel Lévy, Marcel Bertrand, Barrois, Offret, Kilian, Bergeron et Bréon. — Mission d'Andalousie : Études relatives au tremblement de terre du 25 décembre 1884 et à la constitution géologique du sol ébranlé par les secousses. (Extr. des Mémoires présentés par div. savants à l'Académie des sciences de l'Institut national de France, t. XXX, n^o 2). Un fort volume in-4^o 772 pages, 42 pl. et nombreuses fig. intercalées dans le texte.

Geinitz. — Ueber die rothen und bunten Mergel der oberen Dyas bei Manchester, 10 p. (Extr. Ges. Isis in Dresden. — Abh. 3).

Gilliéron. — Note sur l'achèvement de la première carte géologique de la Suisse (Extr. Bull. Soc. Belge Géol.).

Gioli. — I Lamellibranchi e la Sistematica in Paleontologia (Extr. Boll. della Soc. malacol. ital.) in-8, 43 p. Modène, 1889.

Hatch. — The felsites and greenstones of Co. Miklow, Ireland. (Extr. Geol. Magaz.), p. 70-73 et 261-265.

Hector (James). — Phormium tenax as a fibrous plant, 2 pl., 95 p., in-8, Wellington (Nouvelle-Zélande).

Kidston. — Additional notes on some British Carboniferous Lycopods (Extr. Ann. and Magaz. of nat. hist. for july 1889), 8 p. 1 pl.

— On the fossil plants in the Ravenhead Collection in the free library and museum Liverpool, 2 pl., p. 391-415. (Extr. Transact. of the Royal Soc. of Edinb.)

— On some fossil plants from Tilia Quarry, Gwænysgor, near Prestatyn, Flintshire, 2 pl. (ibid.)

Krotow. — Artinskische Etage. — Geologisch-palæontologische Monographie des Sandsteines von Artinsk, 4 pl.

Lacroix. — Thèses présentées à la Faculté des sciences de Paris : Contributions à l'étude des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite. In-8, Paris, 1889, 275 p., 2 pl., 62 fig., (*don de la Faculté des sciences*).

De Lapparent. — Cours de minéralogie, deuxième édition. In-8, 647 p., 1 pl. chromolith. et 598 grav. dans le texte (présenté à la réunion extraordinaire).

— Les étoiles filantes et les aérolithes (Extrait du Correspondant). In-8, 46 p.

La Queutre. — Le Cagnon du Tarn (Extr. du Tour du monde), p. 273-304 (*don de M. Martel*).

Levasseur. — Les Alpes et les grandes ascensions par — avec la collaboration de membres des clubs Alpains ; Paris, 1889 (*don de M. Martel*), in-4°, 392 p. av. nombr. fig.

Marcou. — Les géologues et la géologie du Jura jusqu'en 1870 (Extr. Mém. Soc. Emul. Jura, 1889), 80 p.

Martel (E. A.) Conférence sur la région des Causses, les gorges du Tarn et Montpellier le Vieux. 15 p. (Extr. Soc. topogr. de France).

— Die Tarn-Schlucht und Alt-Montpellier (Sep. Abdr. aus der Oesterr. Alpen-Zeitung), 2 pl., 8 p.

— Le Causse noir et Montpellier le Vieux (Extr. Tour du Monde), p. 305-320.

— Causses, Cévennes et Auvergne, 1883-1885, in-8.

— Sous terre et sur mer en canot de toile démontable. Paris, 1889, in-12.

— Les aiguilles du Gouter et d'Argentière (Extr. Ann. Club Alpin franç.)

— Deux ascensions dans le massif du Mont-Blanc, Bruxelles 1888, in-8, 10 p.

— id. Berne 1888, in-4.

— id. Trad. en espagnol. Barcelone, 1888.

— La région des Causses, les gorges du Tarn, Montpellier le Vieux (Extr. de la Revue des Pyrénées et de la Fr. méridionale).

— Le Cantal, in-8, 8 pages.

— Sur les masses pittoresques de rochers dont l'ensemble a reçu le nom de Montpellier le Vieux (Aveyron) (Extr. C. r. Ac. Sc. 26 juillet 1886).

— Sur la traversée de la rivière souterraine de Bramabiau et la formation des cañons des Causses (Ib., 3 décembre 1888).

— 8 plans, cartes et coupes concernant la région des Causses.

— Ersteigung des Mont Blanc über die Aiguille du Gouter (Extr. Oester. Alp. Zeit.)

— Der glacier d'Argentière (Ibid).

Mingaud. — Tableaux des eaux minérales des environs de Saint-Jean du Gard (Extr. Soc. Et. Sc. Nat. de Nîmes), 4 p.

Ministère des travaux publics. — Carte géologique de la France au millionième.

Michel Lévy et Collot. — Sur l'existence de la néphéline à Rouziers (Var) (Extr. C. R. Acad. Sc.), 3 p.

Mourlon. — Observations sur les dépôts tertiaires du bassin franco-belge. 2 pl. in-8, Bruxelles.

Nicklès (René). — Sur le Gault et le Cénomanién du sud-est de l'Espagne (Extr. C. R. Ac. Sc.), 3 p.

Piette. — Nomenclature de l'ère anthropique primitive. Angers, 1889, in-8, 12 p.

— Les subdivisions de l'époque magdalénienne et de l'époque néolithique. Angers, 1889, 25 p., in-8.

Renevier. — Philippe de la Harpe. — Sa vie et ses travaux scientifiques, in-8, 16 p. Lausanne, 1889 (*don de M^{me} de la Harpe*).

Sacco (Dre. Federico). — I colli monregalesi (Extr. Boll. della Soc. Geol. ital.), 37 p., 1 carte.

— Il Pliocene entro alpino (Extr. Boll. del R. Com. geol.), 20 p., 1 carte.

— I colli Braidesi (Extr. Ann. della R. Acc. d'Agric. di Torino 24 p., 1 carte.

— Il Terziario di Moncalvo (Extr. R. Acc. delle Sc. di Torino), 16 p., 1 carte.

— Sopra un progetto di serbatoio in Valle Ussegia presso Torino, 15 p. Turin, in-4, 1889.

— Sopre due tracciati per un tronco della linea ferroviaria Torino-Chieri-Piova-Casale, 12 p. Turin, 1889.

— Le Ligurien (Extr. Bull. Soc. Géol.), p. 212-228.

— Un coin intéressant du Tertiaire d'Italie (Extr. Bull. Soc. Belge Géol.), 1 carte, p. 13-27.

— I cheloni Astiani del Piemonte, 37 p. 2 pl. in-4, Turin, 1889.

Saint-Lager. — Vicissitudes onosmatiques de la globulaire vulgaire. Paris, 1889, in-8, 24 p.

Tardieu (Charles). — Notice biographique de —. in-12, 1889, 20 p.

Vasseur et Carez. — Sur une nouvelle carte géologique de France. (Extr. C. R. Ac. Sc.) 3 p.

Viguié. — Etude sur le Pliocène de Montpellier, p. 380-423 1 tableau, 2 pl. (Extr. Bull. Soc. de France).

Wallerant. — (Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris). Etude géologique de la région des Maures et de l'Esterel, 212 p., 7 pl., 47 fig., (*don de la Faculté des sciences*).

2° PÉRIODIQUES

France. — Paris. — Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, t. CVIII, nos 24-25 — t. CIX, nos 1-18.

T. CVIII, no 24. *Vasseur et Carez* : Sur une nouvelle carte géologique de France au $\frac{1}{500\,000}$. — *Oehlert* : Sur la constitution du Silurien dans la partie orientale du département de la Mayenne. — *Boursault* : Sur de nouvelles empreintes problématiques boloniennes. — M. Daubrée présente, de la part de M. Lothian Green, la seconde partie d'un ouvrage intitulé : « Vestiges of the molten globe ».

No 25. A. Gaudry : Restauration du squelette du Dinoceras. — Id. : Sur les Mastodontes trouvés à Tournan dans le Gers par M. Marty.

T. CIX, no 1. *Fouqué* : Sur une coulée de verre fondu provenant de la perforation accidentelle d'un fourneau de verre. — *Le Verrier* : Sur une venue de granulite à riebeckite de Corse. — *Lacroix* : Sur une roche à amphibole sodique (riebeckite), astrophyllite, pyrochlore et zircon du Colorado. — *Renault* : Sur les feuilles de *Lepidodendron*. — *Vire* : Les stations quaternaires des environs de Lorrez-le-Bocage (Seine-et-Marne).

No 2. *Noguès* : Relations entre les fractures de l'écorce terrestre d'une contrée donnée, et les mouvements séismiques.

No 4. *Wied* : Tremblement de terre à Verny, accusé par les appareils magnétiques et électriques enregistreurs de l'Observatoire de Pawlowsk. — M. Albert Gaudry présente le second volume du Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Autun.

N° 5. Stanislas Meunier : Détermination lithologique de la météorite de San Emidio Range (Californie).

N° 6. Herrera adresse une note sur une oscillation accompagnant tous les mouvements macroséismiques et microséismiques. — Silvestri : Sur l'éruption récente de l'île Vulcano.

N° 8. Faye : Note sur la période glaciaire. — Rivière : Sur la faune de la grotte des 2 Goules.

N° 9. W. Thomson : Sur la tactique moléculaire de la macle artificielle du spath d'Islande, produite par Baumhauer au moyen d'un couteau. — René Nicklès : Sur le gault et le cénomanien du S. E. de l'Espagne.

N° 13. Herrera : Sur un déplacement horizontal considérable du sol dans un tremblement de terre. — Seunes et Beaughey : Roches éruptives récentes des Pyrénées occidentales.

N° 14. Stanislas Meunier : Sur la *Spongeliomorpha Saportai*, espèce nouvelle parisienne.

N° 17. W. Kilian : Nouvelles contributions à l'étude géologique des Basses-Alpes.

N° 18. Mascart : Sur la relation de certaines perturbations magnétiques avec les tremblements de terre.

— Journal des Savants, mai, juin, juillet, août 1889.

— Revue des travaux scientifiques, t. VIII, n°s 10, 11, 12; t. IX, n°s 1 et 2.

— Bulletin des bibliothèques et des archives, 1889, n° 1.

— Bulletin de la Société philomathique, 8^e série, t. I, n° 2.

Filhol : Observations relatives à la dentition inférieure de l'*Anthracotherium minimum*. — Id. : De la dentition de lait inférieure de l'*Anthracotherium minimum*.

— Id. : Note sur une mâchoire humaine trouvée dans la caverne de Malarnaud, près de Montseron (Ariège). — M. Boule : La caverne de Malarnaud, près Montseron (Ariège). — Id. : Sur les alluvions quaternaires à silex taillés d'Aurillac (Cantal).

— H. Filhol : Note sur les caractères de la base du crâne. — Id. : Note sur la disposition des orifices de la base du crâne de la *Viverra antiqua*.

— Compte rendu sommaire des séances de la Société philomathique de Paris, n°s 7, 10, 11.

— Journal de Conchyliologie, 3^e série, t. XXIX, n° 2.

— Mémoires de la Société zoologique de France, 1889, t. II, 1^{re} partie.

— Bulletin de la Société zoologique de France, juin, juillet 1889.

— Bulletin de la Société d'Anthropologie, t. XII, 3^e série, 1^{er} et 2^e fascic.

— Bulletin de la Société française de minéralogie, t. XII, n°s 4-6.

— Société de géographie. Compte rendu, n°s 11 et 12.

— Bulletin de la Société botanique de France, t. 36, 1889, n°s 3-5 ; revue bibliographique, B et table des matières du t. 35.

— Annales des mines, 8^e série, t. XV, 1889, livraisons 1-3.

— Club alpin français, bulletin mensuel, n° 6, juin 1889.

- Annuaire du Club alpin français. Quinzième année, 1888.
- Bulletin de la Société de géographie, t. X, 1^{er} trimestre 1889.
- La Nature, revue des sciences, n^{os} 838-857.

Stanislas Meunier : La météorite de Bendego. — Id. : Pépite d'or de 1/2 kilogr. trouvée en France. — Tissandier : Une forêt pétrifiée dans l'Arizona. — Id. : Une excursion au mont Bandai, au Japon. — Id. : Explosion d'une montagne. — Sergent : La formation des fossiles d'après Léonard de Vinci. — Viré : Les stations quarternaires des environs de Lorrez-le-Bocage. — Eruption boueuse à Kantgorik (Asie-Mineure).

— Le *Naturaliste*, n^{os} 55-60.

Girard : les Andes et la Cordillère équatoriale. — Id. : La période glaciaire. — Stanislas Meunier : Sur les cailloux à facettes des alluvions du Rhône. — Id. : Sur la Météorite d'Eagle station. — Boule : Les Dinoceratidés. — Leveillé : Note sur les montagnes de l'Inde. — Stan. Meunier : Galets produits sans charriage ; le fer météorique d'Aniet et Beguel. — Boursault : Craie phosphatée des Falaises de Dieppe.

Alger. — Carte géologique de l'Algérie : description stratigraphique générale de l'Algérie, par A. Pomel, suivie d'une étude succincte sur les roches éruptives de cette région, par MM. Curie et Flamand, in-8, 210 p., Alger, 1889.

— Matériaux pour la — . 1^{re} série. Paléontologie ; monographies locales, n^o 2.

A. Pomel : Les Céphalopodes néocomiens de Lamoricière, in-4^o, 100 p., 14 pl.

Autun. — Société d'histoire naturelle d'Autun, 1^{er} et 2^e bulletins (*don de M. B. Renault*).

A. Gaudry : Les Vertébrés fossiles des environs d'Autun, 6 pl. — Brocchi : Sur un Crustacé fossile recueilli dans les schistes d'Autun. — Fischer : Sur l'existence de Mollusques pulmonés terrestres dans le terrain permien de l'Autunois. — Renault : Notice sur les Sigillaires, 4 pl. — Stanislas Meunier : Examen paléontologique du calcaire à *saccamina* de Cussy en Morvan, 1 pl. — Devillerdeau : Etude sur les arkoses de Saône-et-Loire. — Bertrand et Renault : Les Poroxylons. — Stanislas Meunier : Examen lithologique de quelques roches provenant d'Anost, 1 pl. — Devillerdeau : Note sur les roches au point de vue de leur emploi dans les constructions, 7 pl. — Communication faite par M. Renault au Congrès des sociétés savantes.

Caen. — Notes paléontologiques par M. Eugène Eudes Deslongchamps, II^e vol., 1^{er} article.

E. Deslongchamps : Rapport sur les fossiles oxfordiens de la collection Jarry.

— Bulletin de la Société linnéenne de Normandie, 4^e série, 2^e vol.

Renault : Sur une Eryonidée nouvelle trouvée à Ste-Honorine de Guillaume, dans le grès basique. — Lecornu : Nappe artésienne de Valognes. — Morière : Sur un échantillon de Williamsonia.

Chambéry. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Savoie, n° 2, avril-septembre.

Hollande : Notice sur M. Lory. — Pillet : Le Portlandien de Montagnole. — Hollande : Etude sur les dislocations des montagnes calcaires de la Savoie.

La Rochelle. — Société des sciences naturelles de la Charente-Inférieure, n° 25.

Basset : Excursion géologique à la pointe du Ché. — Boisselier : Excursion géologique aux Gros-Roc, au Douhet et à St-Hilaire. — Boisselier : Excursion géologique à Chaillé-les-Marais. — Bordage : Rapport sur deux nouvelles espèces de Chondrites des terrains jurassiques, 1 pl.

Lille. — Société Géologique du Nord. Annales XVI, 1888-89, 4^e et 5^e livraisons.

Gosselet : Leçons élémentaires sur la Géologie du département du Nord. — Cayeux : Compte-rendu de l'Excursion géologique du Nord dans les environs de Mons. — Ortlieb : Note sur la Ciplite. — Cayeux : Description géologique du canton d'Avesnes-Nord. — Id. : Présentation d'un envoi de Fossiles de M. Darvent. — Levaux : Coupe de la carrière Bertrand, à Louvroil. — Cayeux : Un cas de stratification entrecroisée des limons à Cysoing. — Id. : Structure de la bande de Calcaire carbonifère de Taisnières-sur-Helpe. — Ladrière et Cayeux : Compte-rendu de l'Excursion de Pernes-en-Artois ; — Compte-rendu de l'Excursion aux exploitations de phosphates d'Orville. — Six : Coupe prise à Arques. — Gosselet : Leçons élémentaires sur la Géologie du département du Nord.

Lyon. — Bulletin de la Société d'anthropologie de — t. 8, 1889.
— Annales de la Société d'Agriculture, histoire naturelle et arts utiles de — , 1887-1888.

Moulins. — Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France, nos 6-10, 1889.

De Launay : Albert le Grand, géologue.

Nancy. — Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1888, 5^e série, t. VI.

Nîmes. — Bulletin de la Société d'étude des Sciences naturelles de Nîmes, 17^e année, nos 1-3.

Nungand : Tableau des espèces minérales des environs de Saint-Jean du Gard. — Théodore Picard : Résumé descriptif de la Géologie du Gard.

Saint-Etienne. — Comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale, juin, juillet, août et septembre 1889.

— Bulletin de — , 3^e série, t. III, 11^e livraison.

Plichon : Les Houillères de Westphalie.

Atlas de la 3^e série, t. III, 2^e livraison, pl. 10, 1889.

Valenciennes. — Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique, 1889, n^{os} 4-8 (*don du Ministre de l'instruction publique*).

Alsace-Lorraine. — Mulhouse. — Bulletin de la Société industrielle de —, avril, mai, juin, juillet, août, septembre 1889.

Strasbourg. — Mittheilungen der Commission für die Geologische Landes-Untersuchung von Elsass-Lothringen, 2^e vol., fasc. 1.

Deecke : Glacialerscheinungen im Dollerthale. — Schumacher : Geologische Beobachtungen in den Hochvogesen, pl. I-IV. — Döderlein : Nachtrag zur diluvialen Säugethierfauna von Vöcklinshofen im Oberelsass. — Schumacher : Zur Verbreitung des Sandlöss im Elsass. — Förster : Vorläufige Mittheilungen über die Insekten des « plattigen Steinmergels von Brunnstatt ».

Allemagne. — Berlin. — Sitzungsberichte der k. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu —. I-XXXVIII, 1889.

— Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, t. XI, n^o 2.

Lemberg : Zur Kenntniss der Bildung und Umwandlung von Silicaten. — Boehm : Ueber die Fauna der Schichten mit Durga im Departement der Sarthe, 1 pl. — Remele : Ueber einige Glossophoren aus Untersilur-Geschieben des Norddeutschen Diluviums. — Kunisch : Ueber eine Saurierplatte aus dem oberschlesischen Muschelkalk. — Osann : Ueber den Cordieritführenden Andesit von Hoyazo. — Oppenheim : Neue Crustaceenlarven aus dem lithographischen Schiefer Bayerns. — Geinitz : Die Kreidegeschiebe des mecklenburgischen Diluviums. — Trautschold : Ueber *Edestus protopirata* Tr. — Koken : *Thoracosaurus macrorhynchus* Bl. 1 pl.

— Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde, t. XVI, n^{os} 6 et 7.

— Zeitschrift der — n^o 142, t. XIV, 4^e fasc.

— Mittheilungen von Forschungsreisenden und Gelehrten aus den Deutschen Schutzgebieten, t. II, n^{os} 2 et 3.

— Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen und der thüringischen Staaten, 4 vol. et 2 atlas, 1889, t. VIII, fasc. 4. — t. IX, fasc. 1 et 2, 2 atlas. — t. X, fasc. 1.

Schlüter : Anthozoen des rheinischen Mittel-Devon, 16 pl. — Caspary : Einige fossile Hölzer Preussens, 1 atlas de 15 pl. in-4. — Ebert : Die Echiniden des nord- und mitteldeutschen Oligocäns, avec un atlas in-4 de 10 pl. — V. Koenen : Das Norddeutsche Unter-Oligocän und seine Molluskenfauna : 23 pl.

Bonn. — Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande, Westfalens, etc., 26^e année, 5^e série, t. VI.

Wollmann : Ueber den Charakter der Quartärfauna von Thiede. — A. Hosius : Ueber die Verbreitung des Mitteloligocens in Westfalen.

Breslau. — Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur, t. 66, 1888.

Althaus: Ueber ein aussen stark verwittertes Stück Steinkohle im Diluvialsande. — Id.: Ueber Gletscherschrammen und andere Gletschergebilde. — Gürich: Saurierunterkiefer aus dem Muschelkalk von Oberschlesien. — Hintze: Ueber die kystallographischen Beziehungen isomerer optisch activ und inactiver Verbindungen. — Kosman: Ueber die Ursachen der Iso- und Dimorphie der Mineralien. — Id.: Ueber Tropstein aus dem neuen Adlerschacht und über Magnetkies von Kupferberg. — Id.: Ueber die Verbreitung der Blei- und Zinkformation des Muschelkalkes in Oberschlesien. — Kunisch: Kieferfragment aus dem Muschelkalk von Sacrau bei Gogolin. — Id.: Ueber den Unterkiefer eines Fisches (*Hemilopas Mentzelii*); über die Versteinierungsformen der *Terebratula vulgaris*; — Roemer: Ueber einen Schädel *Elasmotherium Fischeri* Desm. — Id.: Ueber die geognostischen Verhältnisse eines Bohrloch in Wiagschütz bei Cosel. — Id.: Ueber Exemplare des *Inoceramus involutus* Sow. — Id.: Ueber das Zinnsteinvorkommen auf Banca und Billiton.

Cassel. — Geognostische Karte des Königreichs Bayern: Kurze Erläuterungen zu dem Blatte Nördlingen, n° XVI; et carte.

— Id. Ingolstadt, n° XV, et carte.

Gotha. — Justus Perthes: Dr Petermann's Mittheilungen, t. 35, nos VI-IX, et Ergänzungsheft, n° 94.

Krümmel: Ueber Erosion durch Gezeitenströme. — Supan: Neuere Beiträge zur Korallenriff-Theorie. — Hergesell: Ueber die Veränderung der Geoidflächen eines beliebigen Massenkörpers, wenn dessen Masse einen kleinen Zuwachs erhält.

Leipzig. — Mittheilungen des Vereins für Erdkunde, 1888.

Stuttgart. — Jahreshefte des Vereins für Vaterländische Naturkunde in Württemberg, 45^e année, 1889.

Probst: Ueber einige Gegenstände aus dem Gebiete der Geophysik. — Leuze: Beiträge zur Mineralogie Württembergs. II. Die Versteinierungs- und Vererzungsmittel der schwäbischen Petrefakten. — O. Fraas: Ueber Grenzlinien in der Trias. — Bertsch: Einiges zur Geologie des Muschelkalks und der Lettenkohle. — Quenstedt: *Psammochelys keuperina*, 2 pl. — E. Fraas: *Loliginites Zitteli*: Ein vollständig erhaltener Dibranchiate aus den Leibsteinen des Lias ε. — Id.: Kopfstacheln von *Hybodus* und *Acrodus* sog. *Ceratodus heteromorphus*, Ag. 1 pl. — Leuze: Die Mineralien und Pseudomorphosen des Roseneggs, 2 pl. — Dittus: Beitrag zur Kenntniss der pleistocänen Fauna Oberschwabens.

— Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1889, t. II, nos 1 et 2; Beilage-Band, n° 2.

Darapsky: Der Atacamit in Chile. — Jäkel: Ueber einen Ceratiten aus dem Schaumkalk von Rudersdorf und über gewisse als Haftring gedeutete Eindrücke bei Cephalopoden, 1 pl. — Neumayr: Calostyles und die perforaten Hexacorallier. — Šarasin (Paul et Fritz): Ueber die Anatomie der Echinothuriiden und die Phylogenie der Echinodermen. — Trautschold: Ueber den russischen Jura. — Bruhns: Beiträge zur Mineralsynthese. — Petersen: Darstellung der Geisererscheinungen. — Lundgren: Wirbelthierfunde im Saltholms-Kalk. — Gürich: Beziehungen des Tafelbergsandsteins zu den Homalonotus-führenden Bockeweldschichten der Capcolonie, Südafrika.

Australie. — The goldfields of Victoria. Reports of the Mining registrars, 31 mars 1889.

Autriche. — Vienne. — Allgemeiner Führer durch das k. k. naturhistorische Hofmuseum.

— Annalen des k. k. — t. IV, n^{os} 2 et 3.

Brezina : Cliftonit aus dem Meteoreisen von Magura. — Cathrein : Neue Krystallformen am Pruzgauer Pyroxen.

— Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt, 1889, n^{os} 9-12.

Weithofer : Tapir und Nautilus aus oberösterreichischen Tertiärablagerungen. — R. Hörnes : Bemerkungen zur Zinnwalder Frage. — Id. : Zur Geologie Untersteiermarks. I Das Vorkommen von Fusulinenkalk bei Wotschdorf. — Stur : Eine Sammlung fossiler Pflanzen aus der Kreideformation Böhmens. Literaturnotizen. — Hörnes : Zur Geologie Untersteiermarks. Das Vorkommen von Sotzkaschichten bei St-Marein, Heiligenkreuz. — Wisniowski : Einige Bemerkungen über die Technik der mikroskopischen Untersuchungsmethode der Hornsteine. — V. Foullon : Ueber den Prehnit aus dem Floitenthale. — Prochazka : Die Fauna des miocänen Sandes von Poisdorf, nach Mittheilungen des Herrn Josef Ullepitsch. — V. Gümbel : Ueber einen aufrechtstehenden Kohlenstamm der Pilsener Mulde. — Hibsich : Der Doleritstock und das Vorhommen von Blei und Silbererzen bei Rongstock im Böhmisches Mittelgebirge. — Teller : *Daonella Lommeli* in den Pseudo-Gailthalerschiefern von Cilli. — Paul : Aufnahmebericht aus dem östlichen Mähren. — Stur : Zur Kenntniss der Verhältnisse im Steinbruche bei Mietniow im Südosten bei Wieliczka. — V. Gümbel : Ueber einen Nummulitenfund bei Radstadt. — Blas : Ein Profil durch die Achensee Dammschotter. — Teller : Zur Kenntniss der Tertiärablagerungen des Gebietes von Neuhaus bei Cilli, in Steiermark.

— Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 1889, t. XXXIX, fasc. 1 et 2.

Stur : Momentaner Standpunkt meiner Kenntniss über die Steinkohlenformation Englands. — Id. : Zur Frage der Erweiterung des Heilbades « Wiesbaden » bei Ried. — Id. : Zur Frage der Versorgung der Stadt Ried mit Trinkwasser. — Id. : Die Trinkwasserversorgung der Stadt Hainburg. — Siemiradzki : Ueber die Gliederung und Verbreitung des Jura in Polen. — Weithofer : Ueber die tertiären Landsäugethiere Italiens. — Stache : Die Wasserversorgung von Pola. — Wöhrmann : Die Fauna der sogenannten Cardita und Raiblerschichten in den nordtiroler und bayerischen Alpen, 6 pl. — Stur : Zur Trinkwasserfrage von Neunkirchen, 2 pl. — Angermann : Die Naphtafelder in Wietrzno. — Tietze : Beiträge zur Geologie Galiziens. — Tausch : Bericht über die geologische Aufnahme der Umgebung von Märisch-Weinkirchen. — Sjögren : Uebersicht der Geologie Daghestans und des Terek-Gebietes.

— Berg und Hüttenmännisches Jahrbuch, etc. t. XXXVII, n^{os} 1 et 2.

Budapest. — Carte géologique de Hongrie, environs de Lippa et Alparet au $\frac{1}{75000}$.

Cracovie. — Bulletin international de l'Académie des sciences de — ; comptes-rendus, 5 mai, 6 juin, 7 juillet 1889.

Prague. — Jahresbericht der k. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften.

— Sitzungsberichte der k. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, 1888.

Feistmantel : Ueber die geologischen und palaeontologischen Verhältnisse des Gondwana Systems in Tasmanien und Vergleichung mit andern Ländern nebst einem systematischen Verzeichniss der im Australischen Gondwana-System vorkommenden Arten. — Kusta : Résumé des böhmischen Aufsatzes : neue Arachniden aus der Steinkohlenformation bei Rakonitz. — Id. : *Oryctoblattina* Arndti, n. sp. aus der Plattenkohle von Tremosna bei Pilsen ; — Gerölle in dem Steinkohlenflöz von Kroučova und Studnoves, in der Permformation bei Schlan.

— Rorpravy třídy mathematico přírodovedecké Kralovské české společnosti nauk, 1887-88. 7^e série, t. II. (Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der —).

Pošta : Die Anthozoen der böhmischen Kreideformation, 2 pl. — Novak : Studien an Echinodermen der böhm. Kreideformation. I. Die irregul. Echiniden der Cenomanstufe, 3 pl. — Velenovsky : Die Farne der böhmischen Kreideformation, 6 pl.

Belgique.—Bruxelles.—Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Académie royale des sciences, lettres et beaux arts de Belgique, t. XL, XLI et XLII.

— Bulletin de — 1887, t. XIII, XIV ; 1888, t. XV, XVI.

Mourlon : Sur une nouvelle interprétation de quelques dépôts tertiaires. — Id. : Les dépôts rapportés par Dumont à ses systèmes laekenien et tongrien, au S. E. de Bruxelles. — Renard et Clément : Sur la nature minérale des silex de la craie de Nouvelles. — Malaise : Sur la découverte de poissons dévoniens dans le bord nord du bassin de Namur. — Découverte de la faune de la base du silurien en Belgique. — De la Vallée Poussin : Note sur les bancs de calcaire carbonifère renfermant des foraminifères et des cristaux de quartz. — Renard : Sur quelques roches des îles du Cap-Vert.

— Annuaire de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

— Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers publiés par — .

— Bulletin de la Société belge de Géologie, t. III, fasc. I-III.

Johnston-Lavis : L'état actuel du Vésuve. — F. Sacco : Un coin intéressant du tertiaire d'Italie. — Nikitin : Excursion dans les musées et dans les terrains mésozoïques de l'Europe occidentale. — Pergens : Bryozoenfauna von Wola Lužanska. — Rutot : Les puits artésiens de Bottignies Saint-Leger et d'Estaimbourg. — Id. : Matériaux pour servir à la connaissance de la géologie et de l'hydrologie de la Hesbaye. — Gilliéron : Note sur l'achèvement de la première carte géologique de la Suisse. — Choffat : Sur le pliocène du Portugal. — Pelseneer : Nouveau *Conularia* du carbonifère, 4 pl. — Zbomski : L'Attique au point de vue géologique et minier.

Californie. — California state mining bureau, eighth annual report of the state mineralogist, 1888.

Danemark. — Académie royale de Copenhague. Bulletin de 1888, n° 3; 1889, n° 1.

— Mémoires de l' — , 6^e série, t. IV, n° 8.

Espagne. — Madrid. — Boletín de la Comisión del mapa geológico de España, t. XV.

Henri Hermite : Estudios geologicos de las islas Mallorca y Menorca. — Nolan : El Trias de Menorca y Mallorca. — René Nicklès : Los tramos senonense y danes en el sudeste de España. — M. Gourdon : Nota acerca del yacimiento de la Pistomesita descubierta à las inmediaciones de la Murria, en mayo de 1888. — Gabriel Puig y Rafael Sánchez : Datos para la Geologia de la provincia de Santander.

— Memorias de la real Academia de Ciencias exactas fisicas y naturales de Madrid, t. XIII, 2^e et 3^e parties.

— Revista de los progresos de las Ciencias exactas, fisicas y naturales, t. XXII, n^{os} 5, 6 et 7.

Etats-Unis d'Amérique. — Cambridge. — Bulletin of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College, t. XVII, n^{os} 4 et 5. — vol. XVIII.

Shaler : On the occurrence of fossils of the Cretaceous Age in the Island of Martha's Vineyard, Mass.

— Memoirs of — vol. XIV, n° 1, part. I-II.

Minnesota. — The Geological and Naturhistorical Survey of —, 1888-85.

Harrisburg. — Geological Survey of Pennsylvania. Catalogue of the geological Museum, 1889.

— Atlas Northernfields anthracite, parts III, IV, AA.

— Atlas to reports H H and H H H.

New-Haven. — The American Journal of Science, 3^e série, t. XXXVIII, n^{os} 223-226.

Dawson : A new Erian (Devonian) Plant allied to Cordaites. — Walcott : Stratigraphic position of the Olenellus Fauna in North America and Europe. — Croll : On prevailing misconceptions regarding the evidence which we ought to expect of former glacial periods. — Marsh : Discovery of Cretaceous Mammalia, 4 pl. — Dawson : Earlier cretaceous rocks of the northwestern portion of the Dominion of Canada. — Kemp : Certain porphyrite bosses in northwestern New Jersey. — Darton : Great lava flows and intrusive trap sheets of the Newark system in New-Jerseys. — Dwight : Recent explorations in the Wappinger Valley Limestones and other formations of Dutchen Co. — Marsh : Notice of gigantic horned

Dinosauria from the Cretaceous. — Id. : Discovery of Cretaceous Mammalia, 2 pl.
 — Reyes : Carboniferous Echinodermata of the Mississipi. — Genth : Contributions to Mineralogy. — Beecher : Note on the fossil spider *Arthrolycosa antiqua*, of Harger. — Hobbs : Paragenesis of Allanite and Epidote as rock-forming minerals. — Nason : New locality of the camptonite of Hawes and Rosenbusch. — Mackintosh : Notes on some native iron sulphates from Chili. — Eldridge : Some suggestions upon the method of grouping the formation of the middle Cretaceous and the employment of an additional term in its nomenclature. — Langdon : Some Florida miocene.

New-Jersey. — Geological survey of — . Carte géologique, feuille n° 20.

New-York. — Transactions of the — Academy of sciences, t. VIII, nos 1-4.

— The 30 th annual report of the trustees of the Copper Union, 29 mai 1889.

— The American Museum of natural history, 1888-89, vol. II, n° 2.

— Bulletin of the American Museum of natural history.

Whitfield : Observations on some imperfectly known fossils from the Calciferous Sandrock of Lake Champlain and descriptions of several new forms. — Id. : Description of a new form of fossil Balanoid Cirripede, from the Marcellus shale of New-York. — Id. : Note on the faunal resemblance between the cretaceous formations of New-Jersey and those of the Gulf States.

Salem. — Proceedings of the American Association for the advancement of science held at Cleveland, 1888.

Orton : The discovery of sporocarps in the Ohio Shale. — Id. : The new horizons of oil and gaz in the Mississipi. — White : The cretaceous deposits of North America. — Leverett : On the occurrence of the forest-bed beneath intra morainic-drift. — Hay : Recent discoveries of rocksalt in Kansas. — Wanner : The discoveries of fossil tracks in the triassic of York County. — Newberry : The oil-fields of Colorado. — Branner : The age and correlation of mesozoic rocks of the Sergipe-Alagoas basin of Brazil. — Id. : The age of the crystalline rocks of Arkansas. — Id. : The Peridotite of Pike County. — Hall : The distribution of the granites of the Northwestern States, and their general lithologic characters. — Mendenhall : On the intensity of earthquakes, with approximate calculations of the energy involved. — James : On ancient channel of the Ohio at Cincinnati. — Spencer : Notes on the origin and history of the Great Lakes of North America. — Ward : Remarks on an undescribed vegetable organism from the Fort-Union group of Montana. — Id. : The paleontologic history of the genus *Platanus*. — Todd : Evidence that lake Cheyenne continued till the ice age. — Id. : The terraces of the Missouri. — Winchell : Systematic results of a field study of the Archaean rocks of the Northwest. — Williams : The use of fossils in determining the age of geologic terranes. — Knowlton : The fossil wood and lignites of Potomac formation. — Wright : The glacial boundary in southeastern Dakota. — Winchell : Some thoughts on eruptive Rocks with special reference to those of Minnesota.

— Philadelphia. — Proceedings of the Academy of natural science of Philadelphly. Part I, janvier, avril 1889.

Eyerman : Notes on geology and mineralogy. — Leidy : Fossil vertebrates from Florida.

- American Philosophical Society : Proceedings, vol. XXVI, n° 129.
- Report of the Committee appointed by — .
- Supplemental register of written communications published in the Transactions and Proceedings of the — .
- Bit of deficiencies in the library of — .
- Subject register of papers published in the Transactions and Proceedings of the — .

Trenton. — Geological Survey of New-Jersey : Final report of the state geologist, vol. I.

New-Jersey, Camden. — Annual report of the state geologist for the year 1888.

— Natural history of New-York. Palaeontology, vol. VII, par J. Hall. Description of the trilobites and other crustacea, 129 pl.

Saint-Paul. — The geological and natural history Survey of Minnesota, 60^e rapport pour 1887.

Washington. — Memoirs of the National Academy of Sciences. Vol. IV, part. 1.

— Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution, 4^{re} partie.

— Geological Survey of Pennsylvania. Museum catalogue, 3. Atlas to reports HH et HHH. — Northern anthracite, part. 3 et 4.

Grande Bretagne. — Londres. — Catalogue of the fossil Reptilia and Amphibia in the Bristish Museum, part. II, par M. Lydekker.

— Proceedings of the Royal Society, t. XLVI, n° 280-283.

— Abstracts of the Proceedings of the Geological Society, n° 543.

— The Quaterly Journal of the — , t. XLV, n° 179.

Champernowne : On the Asprington volcanic series of South Devon. — Hile : The Rocks of Alderney and the Casquets. — Seeley : The Pelvis of *Ornithopsis*. — Worth : On the elvans and volcanic rocks of Dartmoor. — Jukes-Brown a. Hill : On the occurrence of colloid silicia in the lower chalk of Berkshire and Wiltshire. — Cole a. Jennings : On the northern Slopes of Cader Idris. — Buckman : On the Cotteswold, Midford and Yeovil Sands, and the division between Lias and Oolite. — Callaway : On secondary minerals at Shear. — Id. : Zones in the crystalline rocks of the Malvern Hills, pl. XVI. — Candler : On some undescribed lacustrine deposits at St-Cross, South Elmham, in Suffolk. — Lydekker : On chelonian remains from the Wealden and Purbeck. — Mc. Mahon : On the hornblende-schists and banded crystalline rocks of the Lizard. — Roberts : On the upper jurassic clays of Lincolnshire. — Walford : On some Bryozoa from the Inferior Oolite of Shipton Gorge, Dorset ; part. I, 3 pl.

— Proceedings of the Geologist's Association, vol. XL, n° 4, 1889.

Blake : A visit to the volcanoes of Italy. — Lydekker : Note on a chelonian humerus from the Middle Eocene from Bracklesham (av. fig.). — Hall : On rocks from the

Saas-Thal and Geneva. — Lightfield : Notes on early references to geology. — Wilson : Notes on the artificial unmaking of flints. — Jukes-Browne : The geology of Upton and Chilton in Berks. — Spurrell : On the estuary of the Thames and its alluvium.

— The Geological Record, 1880-84, 2^e vol.

— Transactions of the Royal Philosophical Society. — Liste des membres. Vol. 179, A. B.

Lord Rayleigh : On the motion of a sphere in a viscous liquid. — Crawford Williamson : The true fructifications of Calamites. — Seeley : On *Pareiasaurus bombydens*. — Id. : On parts of the skeleton of a Mammal from triassic rocks of Klipfontein, Fraserberg, South Africa, illustrating the reptilian inheritance in the mammalian hand. — Owen : On parts of the skeleton of *Meiolania platyceps* (Ow.). — Seeley : On associated bones of a small anomodont reptile *Keirognathus cordylus* showing the relative dimensions of the anterior parts of the skeleton, and structure of the fore limb and shoulder girdle. — Newton : On the skull, brain and auditory organ of a new species of Pterosaurian (*Scaphognathus Purdoni*) from the upper Lias near Whitby, Yorkshire.

— Geological Magazine, Juillet-Novembre 1889.

Russel : Subaërial deposits of North America. — Wilson : The Lias Marlstone of Tilton, 1 pl. — Howorth : Was there an arctic ocean in the Mammoth periode ? — Goodchild : On some modes of formation of Coal-Seams. — Bonney : Notes on some pebbles in the Cambrian at St Davids. — Callaway : The Archaean controversy in Britain. — Lydekker : Nomenclature of fossil Reptilia with notices of two new species. — Dawson : Glaciation of British Columbia. — Lydekker : Notes on new and other Dinosaurian Remains. — Jukes-Browne : On the occurrence of granite in a boring at Bletchley. — Woodward : Palaeontology in the Malton Museum. — Rupert Jones : On some new devonian fossils. — Lydekker : On an *Ichthyosaurus* paddle. — Davidson : Origin of stone rivers of the Falkland Island. — Woodward : Note on *Rhinobatus bugesiacus*. — Harker : On eyes of pyrites and other minerals in slate. — Schäfer : On Phillipsastræa, d'Orb. 1 pl. — Davison : On the mean rate of sub-aërial denudation. — Marr : On the lower palaeozoic rocks of the Fichtelgebirge. — Stone : Scratched and faceted stones of the Salt Range, India. — Somervail : On the greenstone and associated rocks of the Lizard. — Nicholson : Relations between *Syringolites* and *Roemeria* and on the Genus *Caliapora*, 5 fig. — Cope : Proboscidea, 1 pl., 8 fig. — Woodward : Preliminary notes on new fossil jurassic fishes. — Gerald Sanford : Analysis of the Fullers' Earth of Nutfield. — Id. : Analysis of the Gault and Greensand. — Tall : On the amygdaloids of Tynemouth Dyke, 1 pl. — Bonney : The effects of pressure on crystalline limestone. — Naumann : On magnetism and earthstructure. — Traquair : On the systematic position of the « Dendrodont » Fishes. — Hyland : On zonal structure of Olivine, 1 fig. — Foord a. Crick : On the shell-muscles of *Coelonautilus cariniferus*, 2 fig. — Chapman a. Sherborn : Foraminifera from the London clay of Sheppey. — Woodward : The Devonian Ganoïd Onychodus in Spitzbergen.

— Proceedings of the Geologist's Association, t. X, n^o 9, et table des matières, t. XI, n^{os} 2 et 3.

Wethèrel : On the lower divisions of the carboniferous rocks of the Forest of Dean. — Gwinnell : Sketch of geology of the Forest of Dean. — Woodward : Notes on the Rhaetic and Lias of Glamorganshire. — Rudler : Notes on the South Wales Coal-field. — Excursions et visites de musées. — Woodward : On the palaeontology of Sturgeons, 1 pl. — Goodchild : Some observations upon the mode of occurrence and the genesis of metalliferous deposits. — Rudler : Experimental Geology. — Hudleston : On the geological history of iron ores.

Dublin. — The Scientific Society of the Royal Dublin Society, t. VI, n^{os} 3-6.

Kinahan : Granite, elvan, porphyrit, whinstone, and metamorphic rocks of Ireland. — Joly : On the formations of crystals of calcium oxide and magnesium oxide in the oxyhydrogen flame. — Sollas : Preliminary observations on the granites of Wicklow and Down. — Kilroe : On directions of flow in the north of Ireland, as determined by the observations of the Geological Survey. — Wicklon : Preliminary account of the soda-granites and associated dykes. — Smeeth : On the dolomite of Howth. — Kinahan : On geological unconformabilities. — Wynne : On recent physical questions of geological interest.

— The Transactions of the Royal Irish Academy, t. XXIX, n^{os} VI-XI.

— The Scientific Transactions of the Royal Dublin Society, t. IV, n^{os} II-V.

— Edimbourg. — Proceedings of the Royal Physical Society, 1887-88.

Traquair : Notes on some carboniferous *Selachii*. — Peach : On a new Eurypterid from the upper Coal Measures. — Bennie : On the prevalence of Eurypterid remains in Carboniferous shales of Scotland. — Kidston : On the fructification of two Coal Measures Ferns. — Id. : On the fructification and affinities of *Archæopteris hibernica*, Forbes, sp.

— Newcastle-upon-Tyne. — Transactions of the North of England Institute of mining and mechanical Engineer.

— Proceedings of the Portland Society of Natural history, 17 Janv., 20 Mai 1889.

Indes néerlandaises. — Batavia. — Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, 8^e série, t. IX. — 1889.

Posewitz : Laterit-Vorkommen in West-Borneo. — Dubois : Over de wenschelijkheid van een onderzoek naar de diluviale fauna van Nederlandsch-Indie in het bijzonder van Sumatra. — Onnen : Vulkanische verschijnselen en aardbevingen in den O. I. Archipel waargenomen gedurende de maanden Juli-December van het jaar 1887.

Indes Anglaises. — Calcutta. — Records of the Geological Survey of India, t. XXII, part. 2 et 3, 1889.

Mallet : On Indian Steatite. — Middlemiss : Distorted pebbles in the Siwalik conglomerate, 1 pl. — Waagen : The Carboniferous glacial period. — Nœtling : On the

oil fields of Twingoung and Beme, Burma, 1 pl. — Middlemiss : The gypsum of the Nehal Nadi, Kumaun, 1 pl. — Mallet : On some of the materials for pottery, obtainable in the neighbourhood of Jabalpur and Umaria. — The Director of the Geol. S. of India : Abstract report on the Coal *Outcrops* in the Sharigh Valley. — Warth : Note on the discovery of Trilobites. — Griesbach : Geological notes. — La Touche : Report on the Cherra Poonjee Coal-field, in the Khasia Hills. — Jones : On a cobaltiferous matt from Nephál. — Hugues : Tin-mining in Mergui District.

Italie. — Rome. — Atti della Reale Accademia dei Lincei; Rendiconti, 1889, t. V, 1^{er} semestre, fasc. 5-12; 2^e semestre, fasc. 1-3.

Tacchini : Sulle attuali eruzioni di Vulcano e Stromboli. — Keller : Contributo allo studio delle rocce magnetiche dei dintorni di Roma. — Struever : Ematite di Stromboli. — Agamemnone : Registratore di terremoti a doppia velocita.

— R. Comitato geologico d'Italia, 1889, n^{os} 3-8.

Di-Stefano : Osservazioni sul pliocene e sul postpliocene di Sciacca. — Travaglia : Contributo agli studj sulla genesi dei giacimenti di Solfo. — Niccoli : La frana di Casola Valsenio. — Portis : Nuove localita fossilifere in val di Susa. — Pantanelli : Tufi serpentinosi eocenici nell' Emilia. — Simonelli : Terreni e fossili dell'Isola di Pianosa nel mar Terreno.

— R. Ufficio geologico. — Carte géologique d'Italie au 1/1 000 000. Rome, 1889.

— Bollettino della Società geologica Italiana, t. VIII, 1889, fasc. 1 et 2.

Capellini : Necrologia di Giuseppe Meneghini. — Cafici : Id. di Giuseppe Seguenza. — Sacco : I colli Monregalasi, 1 pl. — Tuccimei : Il villafranchiano nelle Valli Sabine e i suoi caratteristici, 1 pl. — Neviani : Contribuzioni alla geologia del Catanzarese, 1 pl. — Verri : Geologia e topografia. — De Stefani : Le rocce eruttive dell'eocene superiore nell'Apennino. — Foresti : Del genere *Pyxis*, Menegh. e di una varietà di *Pyxis pyxidata*.

— Florence. — Relazione sul servizio minerario nel 1887, 1 pl.

— Atti della Società Toscana di Scienze naturali, procès-verbaux, t. VI, 12 mai 1889.

— Bollettino delle pubblicazioni italiane 1889, n^{os} 84-92.

— Bollettino delle opere moderne straniere; vol. III, 1888, indice alfabetico, et vol. IV, n^o 3.

— Palermo. — Annales de géologie et de paléontologie publiées sous la direction du marquis de Gregorio. 6^e livraison, 20 juillet 1889.

Ant. de Gregorio : Iconografia conchiologica mediterranea vivente e terziaria : I. Studi sul genere *Scalaria*, 12 p., 1 pl.

— Turin. — Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. XXIV, disp. 12^a, 1888-89.

Japon. — Tokyo. — The Journal of the College of Science Imperial University. Vol. III, part I et II.

Matajiro Yokohama : Jurassie plants from Kaga, Hida, and Echizen, 14 pl. — Yasushi Kikuchi : On pyroxenic components in certain volcanic rocks from Bonin Island, 1 pl. — Sekiya et Kikuchi : The eruption of Bandai-San, 40 pl.

Mexique. — Memorias de la Sociedad cientifica de Antonio Alzate. t. II, n^{os} 9-11, 1889.

— Informes y documentos relativos á comercio interior y exterior. 1889, n^{os} 43 et 44.

— Observatori meteorologico central de Mexico.

Trajectoria del cyclon de septiembre de 1888 a traves de la isla de Cuba : 3 cartes.

Nouvelle-Zélande. — Wellington : Reports of geological explorations during 1887-88, n^o 19.

— 23^d annual report on the Colonial Museum and Laboratory, 1887-88.

Nouvelles-Galles du Sud. — Sydney — Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales.

— Records of the geological Survey of New South Wales, vol. I, part. II, 1889.

Kidston : Note on two specimens of *Lepidodendron* from the lower carboniferous of Goonoo. — Anderson : On the posttertiary ossiferous clays near Myall Creek, pl. VI-X. — Etheridge : On further evidence of a large struthious bird from the posttertiary deposits of Queensland, pl. XI-XIII. — Anderson : On the stratigraphical position in the fish- and plant-bearing beds on the Tralbragar River, Cassilis District, pl. XIV. — Edgeworth a. Etheridge : On the examination of an aboriginal rockshelter and kitchenmidden at North-Harbour, Port-Jackson, pl. XV-XXII. — Etheridge : Remarks on fern (*Cycadopteris scolopendrina*) from Wianamatta shales near Sidney. — Id. : Report on supposed caves with aboriginal drawings on Harris Creek and Georges River, pl. XXIV.

Pays-Bas. — Haarlem. — Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, t. XXIII, 3^e et 4^e livraisons.

Roumanie. — Carte géologique de — , feuilles 30-34.

Jassy. — Archiva Societatii stiintifice si literare din — . 1889, n^o 1.

Cobalcescu : Observatiuni asupra depozitelor neocomiane din basinul Dimbovitioarei, etc.

— Bulletin de la Société des Médecins et Naturalistes de Jassy.

Russie. — St-Petersbourg. — Travaux de la société des naturalistes de — , vol. XX, 1889.

Venukoff : La faune dévonienne de Spinord (gouvernement de Novgorod). — Zemiatshensky : Les minerais de fer de la Russie centrale.

— Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou
— Nos 1-4. Vol. suppl., 1889.

Bulletin de la Soc. imp. des naturalistes de Kazan, t. XIII. fasc. 5.

Krotow. — Artinskische Etage, geologisch-palaeontologische Monographie des Sandsteines von Artinsk, 4 pl.

Suisse. — Lausanne. — Bulletin de la société Vaudoise des sciences naturelles, 3^e série, t. XXIV, n^o 99.

— Rapport annuel du conservateur du Musée d'histoire naturelle de Lausanne, 1889.

Du 4 Novembre 1889 au 3 Février 1890

1^o NON PÉRIODIQUES.

Bárcena (Mariano). — Noticia geologica de una parte del Estado de Aguascalientes. In-4^o, 4 p., 1 carte. Mexico, 1876.

— Estudio del Terremoto del 17 de mayo de 1879. In-16, 8 p., Mexico, 1879.

— Tratado de Geologia. Elementos aplicables á la agricultura, á la ingeniería y á la industria. In-8^o, 435 p. 21 pl., Mexico, 1886.

— Informe sobre el estado actual del volcan de Bolivia. In-8, 40 p., 4 pl., Mexico, 1887.

Beauegy. (v. *Seunes et Beauegy*).

Bukowski (Gejza). — Grundzüge des geologischen Baues der Insel Rhodus, 65 p., 1 carte. (Sitzber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Mathem-naturw. Cl. Vol. XCVIII. Abth. I. Mars 1889).

— Der geologische Bau der Insel Kasos. 17 p., 1 carte (id. Juin 1889).

Caudéran (H^e). — Mémoire sur la vie et les œuvres de M. l'abbé Pierre-Théophile Richard, hydrogéologue. (Extr. Bull. Bibliothèque scientifique de l'Ouest, 1888).

Choffat (Paul). — Etude géologique du tunnel du Rocio, contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne. (Commission des travaux géologiques du Portugal). 106 p., 7 pl. Lisbonne, 1889.

Cope, D. E. — The Vertebrate Fauna of the Equus Beds. 6 p. (The American Naturalist. Febr. 1889).

— The horned Dinosauria of the Laramie. 3 p. 2 pl. (The American Naturalist. Aug. 1889).

— A review of the North American Species of Hippotherium. 29 p. 3 pl. (Proc. of the Americ. Philos. Soc. 1889).

Cotteau. — Echinides recueillis dans la province d'Aragon (Espagne) par M. Maurice Gourdon. 4 pl. (Extr. Ann. Sc. nat. Zool. 1889).

— Echinides crétacés de Madagascar (Extr. Bull. Soc. Zool. de Fr. 1889).

— Echinides recueillis par M. Jullien sur les côtes de Guinée (Ibid., 1889).

— Le Préhistorique en Europe, Congrès, Musées, Excursions. In-8°, 87 fig. Paris, 1889.

— Les sciences naturelles à la réunion des délégués des Sociétés savantes (Extr. Bull. Soc. des Sc. hist. et natur. de l'Yonne, 1889).

Courtois (Auguste). — Catalogue d'une collection de 263 oiseaux. In-8°.

— Recherches sur l'arrondissement de Valognes. 2^e édit. In-8°, 1 planche et 1 carte du département de la Manche, 1889.

Curie et Flamand. — Étude succincte sur les roches éruptives de l'Algérie. In-4°.

Flamand. (v. *Curie et Flamand*).

Fliche. — Note sur les Tufs et les Tourbes de Lasnez, près de Nancy (Communication faite à la Soc. des Sc. de Nancy).

— Sur les bois silicifiés d'Algérie (Extr. C. rend. Ac. des Sc., 1889).

Gaudry (Albert.) — Restauration du Squelette du Dinoceras (Extr. C. rend. Ac. des Sc., 1889).

— Sur les Mastodontes trouvés à Tournan, dans le Gers, par M. Marty (Ibid., 1889).

Gauthier (Victor) — Description des Echinides fossiles, recueillis en 1885 et 1886, dans la région sud des Hauts-Plateaux de la Tunisie, par M. Philippe Thomas, membre de la mission de l'exploration scientifique de la Tunisie. In 8°. Paris, Imp. nat., 1889, avec Atlas in-4° de 6 planches, dessinées d'après nature par M. F. Gauthier.

Gioli (G.) — Briozoi neogenici dell'isola di Pianosa nel Mar Tirreno. 48 p. 1 pl. (Atti della Soc. Tosc. di Sc. nat. Vol. X).

Grosseteste (W.) — Chemin de fer de Mulhouse à Thann. — Notes et documents présentés à la Soc. Indust. de Mulhouse le 25 Sept. 1889. — (Bull. spécial de la Soc. Indust. de Mulhouse).

Habenicht (Hermann). — Das seismische Problem., 10 p., 1 carte. (Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik. XI. 11).

Haug, E. — Beitrag zur Kenntniss der oberneocomen Ammonitenfauna der Puezalpe bei Corvara (Südtirol). 39 p., 6 pl. (Beiträge zur Paläontologie Oesterreich-Ungarns und des Orients herausg. v. E. v. Mojsisovics und M. Neumayr. Vol. VII., n° 3.) 1889.

Henry. — La lumière de la nouvelle théorie de Géologie, etc. In-8°, Paris, 1889.

Hinde (G. J.). — On a true Leuconide Calcsponge from the Middle Lias of Northamptonshire, and on detached Calcsponge Spicules in the Upper Chalk of Surrey., 7 p., 1 pl. (Ann. a Mag. of. Nat. Hist. Nov. 1889).

Jackson (James). — Collection de 34 photographies de divers sites de l'Ardèche.

Kilian. — Nouvelles contributions à l'étude géologique des Basses-Alpes. (Extr. Cptes rend. Ac. des Sc., 1889).

Montessus de Ballore. — Répartition horaire diurne-nocturne des séismes et leur prétendue relation avec les culminations de la lune. (Arch. des sciences phys. et nat. de Genève. 3^e pér. tome XXII. 15 nov. 1889).

Ricciardi (Leonardo). — Genesi e composizione chimica dei terreni vulcanici italiani. In-8°, 156 p. Florence, 1889.

Sacco (Federico). — Les Conglomérats du Flysch. 14 p., 1 pl. (Bull. de la Soc. belge de Géol., de Pal. et d'Hydrol. Vol. III. 1889).

— La Conca terziaria di Varzi — S. Sebastiano, 24 p., 1 carte. (Bollet. del R. Comitato geologico, 1889, n°s 9-10).

Saporta (Mis de). — Dernières adjonctions à la flore fossile d'Aix-en-Provence, précédées de notions stratigraphiques et paléontologiques appliquées à l'étude du gisement des Plantes fossiles d'Aix-en-Provence. In-8°, 33 pl. dans le texte. Paris, 1889.

Schenck (Adolf). — Ueber Glacialerscheinungen in Südafrika, 19 p. (Verh. d. VIII. Deutschen Geographentags in Berlin, 1889).

Seunes et Beaugey. — Roches éruptives récentes des Pyrénées occidentales. (Extr. C. rend. Ac. des Sc., 1889).

— Roches éruptives récentes des Pyrénées orientales. (Ibid., 1889).

Seunes. — Gault coralligène des Pyrénées. (Extr. Bull. Soc. Géol. de Fr. 1888).

Siemiradzki (Józef). — Sprawozdanie z Badan geologicznych dokonanych w lecie 1887 r. Wokolicach Kielc i Checin. 16 p. 1 carte. (Pamiętnika Fizyograficznego. Vol. VIII), 1888.

— O Mieczakach glowonogich Brunatnego Jura w Popielanach na Zmudzi. 27 p. 4 pl. (Pamiętnik Wydz. III. Akad. Vol. XVII). 1889.

— Ueber Dislocationerscheinungen in Polen und den angrenzenden ausserkarpatischen Gebieten. 8 p. (Sitzber. Kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Mathem.-Naturw. Abth. 1 mai 1889).

— Ueber die Gliederung und Verbreitung des Jura in Polen. 10 p. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Vol. XXXIX. 1889).

Teisseyre, L. — Studyja Paleontologiczne. I. Proplanulites novum genus. Rzecz o faunie ammonitowej Krakowskich Oolitów. 28 p. 2 pl. (Pamiętn. matematyczno-przyrodniczego Akad. Umiejętności w Krakowie. Vol. XIV). 1887.

— Ueber Proplanulites nov. gen. 29 p. (N. Jahrb. Beilage. VI) 1889.

Thoulet. — Considérations sur la structure et la genèse des bancs de Terre-Neuve, avec 1 pl. de cartes bathymétriques et géologiques des bancs de Terre-Neuve (Extr. Bull. Soc. de Géogr., 1889).

— De l'état des études d'océanographie en Norvège et en Écosse. Rapport sur une mission du Ministère de l'Instruction Publique (Extr. Archives des Missions, Paris, 1889).

2° PÉRIODIQUES.

France. — Paris. — Académie des Sciences. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l' — T. CIX, nos 19-27.

A. Lacroix : Sur l'existence de nombreuses zéolithes dans les roches gneissiques de la Haute-Ariège, p. 719. — Daubrée : Note accompagnant la présentation d'un catalogue descriptif des météorites du Mexique, rédigé par M. Antonio del Castillo, p. 725. — E. A. Martel et G. Gaupillat : Sur la formation des sources dans l'intérieur des plateaux calcaires des Causses, p. 829. — J. Thoulet : Dosage des sédiments fins en suspension dans les eaux naturelles, p. 831. — Daubrée : Rapport verbal sur l'ouvrage de M. Ed. Suess, « Das Antlitz der Erde », p. 845. — P. Fliche : Sur les bois silicifiés d'Algérie, p. 873. — A. Gaudry : Observations à propos de la communication de M. Fliche, p. 874. — Stanislas Meunier : Analyse de la météorite de Phu-Hong ; remarques sur le type limerickite, p. 875. — Herment : Note relative aux arbres silicifiés de l'Algérie, p. 924. — A. Gaudry : Sur la découverte d'un singe fossile, par M. le Dr Donnezan, p. 955. — A. Michel-Lévy : Propriétés optiques des auréoles polychroïques, p. 973. — Stanislas Meunier : Analyse de la météorite de Mighei (Russie) ; présence d'une combinaison non signalée jusqu'ici dans les météorites, p. 976. — Y. Wada : Tremblement de terre de l'île Kiousshou, au Japon, p. 978. — Charles Depéret : Sur le *Dolichopithecus ruscinensis*, nouveau Singe fossile, du pliocène du Roussillon, p. 982. — Fouqué : Rapport sur le prix Delesse, décerné à M. Michel-Lévy, directeur du service de la carte géologique de France, p. 1037.

T. CX, n^{os} 1-2.

Daubrée : Analogies de gisement du diamant, d'une part dans les gîtes de l'Afrique Australe, d'autre part dans les météorites, p. 18. — A. Lacroix : Sur les cipolins à minéraux et les roches à wernérite de l'Ariège, p. 54. — Thoulet : Le relief et la géologie sous-lacustres du lac de Longemer, p. 56. — Salomon Reinach : Sur les prétendues éruptions volcaniques qui auraient eu lieu en France au V^e siècle après J.-C., p. 97.

— Journal des Savants, septembre à décembre 1889.

A. de Quatrefages : Théories transformistes, p. 545. — Daubrée : Le diamant dans l'Afrique Centrale, p. 740.

— Revue des Travaux scientifiques (Ministère de l'Instruction publique) T., IX, n^{os} 3 à 5.

— Annales des Mines, 8^e Série, T. XVI, 6^e livraison.

— Ministère des Travaux publics. — Services de la Carte géologique de France et des Topographies souterraines.

Carte géologique détaillée au $\frac{1}{80000}$.

Feuilles N^{os} 24. Mézières. — 29. Caen. — 48. Paris. — 133. Châteauroux. — 135. Saint-Pierre. — 146. Moulins. — 174. Aurillac. — 197. Largentière. — 202. Contis-les-Bains. — 203. Sore. — 214. Vieux-Boucau. — 215. Mont-de-Marsan. — 234. Arles.

Étude des gîtes minéraux de la France.

Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac, fasc. 1. — Stratigraphie par M. Delafond, avec une carte géologique au $\frac{1}{40000}$ par MM. Michel Lévy, Delafond et Renault, Paris 1889.

— Bulletin des Services de la Carte géologique de France et des Topographies souterraines. In-8^e, N^{os} 1-5.

M. Termier : Étude sur le massif cristallin du Mont-Pilat, sur la bordure orientale du Plateau Central, entre Vienne et Saint-Vallier et sur la prolongation des plis synclinaux houillers de Saint-Étienne et de Vienne. 56 p. 28 fig. et 1 carte (n^o 1, août 1889). — M. Delafond : Note sur les terrains d'alluvions des environs de Lyon, 9 p. 1 pl. (n^o 2, sept. 1889.) — M. L. Carez : Note sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans les Pyrénées de l'Aude, 7 p., 1 pl. (n^o 3, sept. 1889). — M. de Launay : Note sur les roches primitives de la feuille de Brives, 15 p. (n^o 4, sept. 1889). — M. Ch. Depéret : Notes stratigraphiques sur le bassin tertiaire de Marseille, 19 p. (n^o 5, sept. 1889).

— Paléontologie française. Terrains tertiaires. Eocène. Echinides, par M. Cotteau, t. II, texte; feuilles 1 à 3. Pl. 201 à 212.

— Terrain jurassique. Crinoïdes par M. de Loriol. Texte: feuilles 33 à 37 du T. XI. Pl. 222 à 229.

— Terrain jurassique. Ephédreées, Spiranginées et types proan-

giospermiques, par M. de Saporta. Texte, feuilles 16 et 17 du T. IV. Pl. 35 à 40.

— Bulletin de la Société française de Minéralogie, T. XII, n^{os} 7 et 8.

Des Cloizeaux : Sur la mazapilite de König, p. 441. — E. Jannettaz : Sur une wernérite du Chili, p. 445. — F. Gonnard : Sur des cristallisations produites autour d'ossements humains provenant de Solutré, près de Mâcon (Saône-et-Loire), p. 464. — Léon Bourgeois : Compte-rendu de la visite faite par la Société de Minéralogie, à l'Exposition universelle de 1889, page 458.

— Bulletin de la Société Zoologique de France. T. XIV. N^{os} 8 et 9.

— Bulletin de la Société Botanique de France. T. XXXVI. N^{os} 6 et 7.

— Bulletin de la Société de Géographie. 7^e série, T. X, 2^e trimestre.

J. Thoulet : Considérations sur la structure et la genèse des bancs de Terre-Neuve, p. 203. — Id. : Cartes bathymétriques et géologiques des bancs de Terre-Neuve.

Compte-rendu des séances de la Commission centrale de la Société de Géographie. 1889, n^{os} 13 à 17, 1890, n^o 1.

— Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris. T. XII, 3^e série.

— Société de l'industrie minérale. Bulletin de la — 3^e série, T. III, 3^e livraison.

— Comptes-rendus mensuels, oct. et nov. 1889.

— Termier : Le massif cristallin du Mont-Pilat, p. 177.

— La Nature. N^{os} 858 à 868.

— Éruption de pétrole, p. 378. — A. Sarazin : Les roches à formes animées, p. 385. — Prince Roland Bonaparte : Le lac de Märjelen, p. 1. — Marquis de Nadaillac : La Scandinavie préhistorique, p. 35. — G. R. : Le gaz naturel à Pittsburg, p. 50. — Gaston Tissandier : Les roches à formes animées, p. 83. — Stanislas Meunier : L'obsidienne de la Yellowstone aux États-Unis, p. 109.

— Le Naturaliste. N^{os} 65 à 69.

Stanislas Meunier : Espèce nouvelle de Spongelimorpha, p. 265. — Boule : Le Phenacodus, p. 289. — Stanislas Meunier : Observation sur une roche perforée par des escargots, p. 12.

— Club alpin français. N^o 9.

Auxerre. — Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne, 1889, 43^e vol.

Ph. Salmon et D^r Ficatier : L'Yonne préhistorique, p. 3. — G. Cotteau : Les sciences

naturelles à la réunion des délégués des sociétés savantes, p. 35. — J. Lambert : Note sur le développement de l'*Echinospatagus neocomiensis*, d'Orbigny, p. 145.

Epinal. — Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, LXV^e année, 1889.

A. Pélingre : Monographie générale de la Commune de Senones, p. 183. — A. Thévenot : Notice sur Chaumousey, p. 8.

Lille. — Annales de la Société géologique du Nord. T. XVI, 1888, 1889, 6^e livraison, feuilles 23 et 24.

A. Malaquin : Compte rendu d'une excursion à Mons-en-Barœul, p. 353. — L. Cayeux : Forages de Roubaix, Tourcoing, Watrelos et Roncq, p. 358.

Lyon. — Bulletin de la Société d'Anthropologie de—. Tome 8^e, n^o 11.

A. Arcelin : Rapport sur l'Archéologie préhistorique dans l'Amérique du Nord (d'après W. Haynes), p. 85. — Chiron : Communication sur la grotte Chabot (Gard), p. 96.

Moulins. — Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France. 2^e année, n^{os} 11 et 12 ; 3^e année, n^o 1.

Francis Pérot : Les Spongiaires fossiles de l'Allier et du bassin de la Loire, p. 263 (année 1889).

Alsace-Lorraine. — Mulhouse. — Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Bulletin d'octobre-novembre 1889.

Strasbourg. — Mittheilungen der Commission für die geologische Landes-Untersuchung von Elsass-Lothringen.

Vol II. n^o 2. 1889.

H. Bücking : Das Rothliegende des Breuschthalès, p. 105-109. — E. Schumacher : Zur Kenntniss des unteren Muschelkalks im nordöstlichen Deutsch-Lothringen, p. 111-182. 1. pl. 2 tableaux.

— Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Elsass-Lothringen.

Vol. III. n^o 3. 1889.

E. Cohen : Das obere Weilerthal und das zunächst angrenzende Gebirge. p. 135-271. 1 carte.

Vol. III. n^o 4. 1889.

O. Jaekel : Die Selachier aus dem oberen Muschelkalk Lothringens, p. 273-332. 4 pl.

Allemagne. — Berlin. — Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft.

Vol. XLI, nos 1, 2. 1889.

A. Krause : Ueber Beyrichien und verwandte Ostracoden in untersilurischen Geschieben, p. 1-26, 2 pl. — O. Feistmantel : Ueber die jetzt ältesten Dikotyledonen, p. 27-34. — H. Trautschold : Ueber *Coccosteus megalopteryx* Trd., *Coccosteus obtusus* und *Cheliophorus Verneuili* Ag. p. 34-48, 4 pl. — H. Finkelstein : Ueber ein Vorkommen der Opalinus- (und Murchisonae ?-) Zone im westlichen Süd-Tirol, p. 49-78, 1 pl. — E. Koken : Die Hyolithen der silurischen Geschiebe, p. 79-82, 1 pl. — K. Endriss : Geologie des Randecker Maars und des Schopflocher Riedes, p. 83-126, 2 pl. — F. Frech : Ueber *Mecynodon* und *Myophoria*, p. 127-138, 1 pl. — F. Roemer : Ueber Blattabdrücke in senonen Thonschichten bei Bunzlau in Niederschlesien, p. 139-147. — G. Berendt : Die Lagerungsverhältnisse und Hebungerscheinungen in den Kreidefelsen auf Rügen, p. 148-154, 1 pl. — Koch : Olivinfels aus dem Gabbrogebiet des Harzes, p. 163-165. — Zimmermann : Ueber die Gattung *Dictyodora* Weiss., p. 165-167. — Weiss : *Drepanophycus spinaeformis* Göpp. *Sigillaria Brardi* Germar. *Odontopteris obtusus* Brongn. verglichen mit *Odontopteris obtusa* Zeiller, *Alethopteris Grand'Euryi* Zeill. (partim) und *Callipteris discreta* Weiss, p. 167-171. — Kuckenbuch : Neue Art von Geschieben, p. 173. — F. Frech : Ueber das rheinische Unterdevon und die Stellung des Hercyn, p. 175-287. — E. Kayser : Ueber einige neue oder wenig bekannte Versteinerungen des rheinischen Devon, p. 288-298, 2 pl. A. Osann : Beiträge zur Kenntniss der Eruptivgesteine des Cabo de Gata (Prov. Almeria), p. 297-311. — E. Sickenberger : Natürliche Cämentbildung bei Cairo, p. 312-317. — Herm. Credner : Die Stegocephalen und Saurier aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden. 8^{er} Theil. *Kadaliosaurus priscus* Cred., p. 319-342, 1 pl. — Van Calker : Die zerquetschten Geschiebe und die nähere Bestimmung der Groninger Moränen-Ablagerung, p. 343-358, 2 pl. — Joh. Walther : Ueber Graphitgänge in zersetztem Gneiss (Laterit) von Ceylon, p. 359-364. — Herm. Credner : Die Lagerungsverhältnisse in den Kreidefelsen auf Rügen, p. 365-370. — C. Ochsensius : Mineralogisch-Geologisches aus Tarapacá in Chile, p. 371-373. — Loretz : Ueber einen Fall contactmetamorphischer Umwandlung von phyllitischem Schiefer durch Kersantit, p. 375-376. — Weiss : Beobachtungen an *Sigillarien* von Wettin und Umgegend, p. 376-379. — E. Zimmermann : Ueber die Berechtigung der Gattung *Prospodylus*, p. 380. — G. Berendt : Ueber neueste in Berlin und nächster Umgegend ausgeführte Tiefbohrungen, p. 381-382.

— Mittheilungen von Forschungsreisenden und Gelehrten aus den Deutschen Schutzgebieten. Vol. II, n° 4.

— Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Vol. XVI, nos 8, 9. 1889.

Hettner : Bericht über Reisen in Peru und Bolivia, p. 387-394. — Partsch : Die Hauptkette des Zentral-Apennins, p. 427-442.

Frankfurt s/M. — Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt am Main. 1889.

Fr. Kinkelin : Der Pliocänsee des Rhein- und Mainthales und die ehemaligen Mainläufe, p. 39-161. — Id. : Erläuterungen zu den geologischen Uebersichtskarten der Gegend zwischen Taunus und Spessart, p. 323-351. 1 pl.

Gotha. — Dr A. Petermanns Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt.

Vol. XXXV, nos 10-12.

A. Rothpletz : Das Thal Orotava auf Tenerife, p. 237-251. 1 carte. — A. Philippson : Ueber die jüngsten Erdbeben in Griechenland, p. 251-252. — C. Ochsenius : Ueber die Wirkung der Brandung an der chilenischen Küste, p. 276-277. — O. Drude : Betrachtungen über die hypothetischen vegetationslosen Einöden im temperierten Klima der nördlichen Hemisphäre zur Eiszeit, p. 282-290. — A. Philippson : Das Erdbeben in Griechenland am 25. August 1889, p. 290-291.

Ergänzungsheft, nos 95,96.

Halle. — Nova Acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Germanicae Naturae Curiosorum.

Vol. 53, 1889.

Hans Pohlig : Dentition und Kranologie des Elephas antiquus Falc. mit Beiträgen über Elephas primigenius Blum. und Elephas meridionalis Nestl. I. p. 1-280, 10 pl.

— Katalog der Bibliothek der Kais. Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher. Lief. 2.

Stuttgart. — Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.

Année 1889. Vol. II, n° 3.

Fr. Maurer : Palaeontologische Studien im Gebiet des rheinischen Devon, p. 149-172, 1 pl. — F. v. Sandberger : Ein neuer Meteorit aus Chile, p. 173. — R. Fuess : Ueber eine Orientirungsvorrichtung zum Schneiden und Schleifen von Mineralien nach bestimmten Richtungen, p. 174-185. — J. W. Retgers : Ueber schwere Flüssigkeiten zur Trennung von Mineralien, p. 186-192. — Herm. Traube : Bemerkungen zu der Mittheilung des Herrn A. B. Meyer, p. 192-193. — H. B. Geinitz : Petrefactenfunde im Rothliegenden, p. 193-194. — H. Credner, E. Geinitz, F. Wahnschaffe : Ueber das Alter des Torflagers von Lauenburg an der Elbe, p. 194-199. — E. A. Wülfing : Ueber eine Vorrichtung zum raschen Wechsel der Beleuchtung am Mikroskop, p. 199-202.

VI. Beilage-Band. N° 3, 1889.

E. Koken : Ueber die Entwicklung der Gastropoden vom Cambrium bis zur Trias, p. 305-484, 5 pl. — E. Goller : Die Lamprophyrgänge des südlichen Vorspessart, p. 485-569, 2 pl. — H. Teisseyre : Ueber die systematische Bedeutung der sog. Parabeln der Perisphincten, p. 570-643.

Année 1890. Vol. I, N° 1.

M. Neumayr : Ueber neuere Versteinerungsfunde auf Madagascar, p. 1-9. — Max Bauer : Beiträge zur Mineralogie. VI. Reihe, p. 10-48. — Darapsky : Ueber einige Mineralien aus Atacama, p. 10-70. — A. Cathrein : Zur Dünnschliffsammlung der Tyroler Eruptivgesteine, p. 71-82. — G. Greim : Die pleistocänen Schichten bei Raunheim in Hessen, p. 82-84. — M. Neumayr : Ueber Palaëchinus, Typhlechinus und die Echinothuriden, p. 84-87. — A. Kennigott : Ueber Pyrophyllalith von Finbo, Augit von Risse und Martit von Ypanema, p. 87-92. — A. Rothpletz : Ueber Gerölle mit Eindrücken, p. 92-94. — Al. Agassiz : Ueber einen neuen Tiefsee-Crinoiden aus der

Familie der Apiocriniden, p. 94-95. — Paul Oppenheim : Ueber die Jurafauna von Visciano bei Nola in Campanien, p. 95-97. — R. Brauns : Ueber die Entstehung der sog. Rutschflächen im bunten Sandstein der Umgebung von Marburg, p. 97-98. — F. Klockmann : E. S. Padmores Bilder aus den Oberharzer Gruben, p. 98. — F. v. Sandberger : Arsenikkies u. a. Mineralien von Goldkronach, etc. p. 99-101. — H. Eck. Zur Gliederung des unteren Muschelkalks am Odenwalde, p. 102.

Australie. — Melbourne. — Natural History of Victoria. Prodromus of the Zoology of Victoria. Decade XVI, 1888.

— Annual Report of the Secretary for Mines on the working of the regulation and inspection of Mines and Mining Machinery Act during the year 1888. 90 p., 27 pl.

— Mineral Statistics of Victoria for the year 1888. Report of the Secretary of Mines, 90 p.

— The Gold-Fields of Victoria. Reports of the Mining Registrars for the Quarter ended 30 th. June 1889, 94 p., 13 pl.

— Transactions of the Geological Society of Australasia, vol. I, n° 4.

F. W. Husson : On the Granites and associated Rocks of the Upper Buller River, New Zealand, p. 99-105. — Id. : Description of some eruptive Rocks from the neighbourhood of Western, New Zealand, p. 106-111. — F. D. Power : Notes on the Brighton Coast, p. 112-115. — Mc. Knight : A new Protaster from Australia, p. 116. — T. P. Moody : On the occurrence of Amberite, Ambrite, or fossil Gum in a Coal-Seam at Kawakawa Colliery, Bay of Islands, New Zealand, p. 117-118.

Autriche-Hongrie. — Vienne. — Berg-und Hüttenmännisches Jahrbuch. Vol. XXXVII, n° 3.

Von Wolfskron : Die Goldvorkommen Mährens, p. 229-268, 1 pl. — A. Aigner : Das Salinenwesen vom Standpunkte der Litteratur und Praxis, p. 269-368.

— Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1889, nos 13-17.

Hoernes : Zur Geologie Untersteiermarks. III, p. 253-258. — B. v. Camerlander : Reisebericht aus dem Gebiete des mährischen Hohe Haide-Hirschkammszuges, p. 258-261. — Bukowski : Reisebericht aus der Gegend von Römerstadt in Mähren, p. 261-265. — Bittner : Zur Altersbestimmung des Miocäns von Tüfler in Südsteiermark, p. 269-274. — Gravé : Notizen über Brunnengrabungen in Rudolfsheim und Untermeidling, p. 274-275. — L. v. Tausch : Miocän bei Leipnik, p. 275. — Tietze : Die brennende Quelle von Turoszówka bei Krosno, p. 276. — L. von Tausch : Reisebericht des Sectionsgeologen der III. Section, p. 276-277. — E. von Mojsissvics : Nachweis der Zone des Tropites subbullatus in den Hallstätter Kalken bei Hallein, p. 277-280. — C. von Vogdt : Ueber die Obereocän-und Oligocän-Schichten der Halbinsel Krim, p. 289-295. — Bergmann : Bohrung nach artesischem Wasser in der Niederung von Nebydžov, nördlich von Chlumec in Böhmen, p. 313-314. — C. M. Paul : Geologische Aufnahmen im mährisch-ungar. Grenzgebirge, p. 314. — F. Teller : Fusulinenkalk und Uggowitzer Breccie innerhalb der Weitensteiner Eisenerzformation und die Lageungsverhältnisse dieser paläozoischen Gebilde zu den triadischen und tertiären-

Sedimenten des Weitensteiner Gebirges, p. 314-326. — V. Uhlig : Vorlage von photographischen Bildern aus der pienninischen Klippenzone, p. 326-327.

Cracovie. — Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année 1889, nos 8-10.

J. Siemiradzki : Faune de l'étage jurassique moyen de Popielany. I. Mollusques céphalopodes. II. Mollusques gastropodes, scaphopodes, bivalves, brachiopodes; Annélides. — W. Szajnocha : Ueber den Contact des Porphyrs mit dem Kohlenkalke oberhalb Dubie bei Krzeszowice im Krakauer Gebiete. — Id. : Ueber ein fossiles Elenskelett aus der Höhle bei Jaszczurówka in der Tatra.

Belgique. — Bruxelles. — Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.

Tome III, Fasc. 4, 15 nov. 1889. Procès-verbaux.

Van Overloop : Les origines du bassin supérieur de l'Escaut, p. 211-214. — L. Dollo : Nouvelle note sur les vertébrés fossiles récemment offerts au Musée, par M. Alfred Lemonnier, p. 214-215. — R. Storms : Sur la présence d'un poisson du genre *Thynnus* dans les dépôts pliocènes des environs d'Anvers, p. 215-216. — Ed. Pergens : Révision des Bryozoaires du Crétacé, figurés par d'Orbigny, p. 216-217. — Louis Dollo : 1^{re} note sur les Téléostéens du Bruxellien de la Belgique, p. 218-226. — Læwinson-Lessing : Revue bibliographique des nouvelles publications géologiques et paléontologiques russes. Janvier-Mars 1889, p. 227-232. — Van den Broeck et Rutot : Projet d'alimentation de l'agglomération bruxelloise en eau potable. Etude géologique sur ce projet, p. 243-255. — Van den Broeck : Réponse au mémoire justificatif publié par MM. Leborgne et Pagnoul, p. 256-268. — Lotti (trad. A. Cochetoux) : Les transgressions secondaires dans la chaîne métallifère de la Toscane, p. 279-285. — L. Dollo : 3^e note sur les vertébrés fossiles récemment offerts au Musée de Bruxelles, par M. Alfred Lemonnier, p. 285-286. — Van den Broeck : Notes géologiques et paléontologiques prises pendant le creusement des nouveaux bassins Africa et America, à Anvers (Austruweel), p. 286-287. — J. Gosselet : Les gîtes de phosphates du Nord de la France, p. 287.

Id. Mémoires.

F. Sacco : Les conglomérats du Flysch (suite), p. 153-162, 1 pl. — Raymond Storms : Sur la présence d'un poisson du genre *Thynnus* dans les dépôts pliocènes des environs d'Anvers, p. 163-178, 1 pl. — B. Lotti (trad. A. Cochetoux) : La Genèse des gisements cuprifères des dépôts ophiolitiques tertiaires de l'Italie, p. 179-187. — A. Rucquoy : Les eaux arsénicales de Court-Saint-Etienne, p. 188-206. — Rutot et Van den Broeck : Les puits artésiens de Vilvorde, p. 207-215.

Canada. — Montreal. — Proceedings of the Royal Society of Canada for the year 1888.

Vol. VI, 1889.

R. Bell : The Huronian System of Canada, p. 3-44. — D. P. Penhallow : On Nematophyton and allied forms from the Devonian of Gaspé and Bay des Chaleurs, p. 27-48. — G. F. Matthew : Notes on the Nova Scotia Gold Veins, p. 63-70. — Sir W. Dawson a. G. M. Dawson : On Cretaceous Plants from Port McNeill, Vancouver Island, p. 71-72. — G. F. Whiteaves : Illustrations of the Fossil Fishes of the Devonian Rocks of Canada. Part II. p. 77-96.

— Geological and Natural History Survey of Canada.

Contributions to the Micro-Palaeontology of the Cambro-Silurian Rocks of Canada. Part. II.

E. O. Ulrich : On some Polyzoa (Bryozoa) and Ostracoda from the Cambro-Silurian rocks of Manitoba, p. 27-37. 2 pl.

Cartes : 1/253 440, 1884.

Prince Edward Island. 3 f. — Province of New-Brunswick. 1 f.

— Province of Quebec. 6 f. — Province of Nova-Scotia. 24 f.

Espagne. — Madrid. — Anales de la Sociedad Española de Historia Natural. Vol. XVIII, n° 2, 1889.

Meyer : El Succino de origen español, p. 301-312. — Quiroga : Observaciones geológicas hechas en el Sáhara occidental, p. 313-336.

Etats-Unis. — Washington. — Monographs of the U. S. Geological Survey.

Vol. XIII. 1888.

G. F. Becker : Geology of the Quicksilver Deposits of the Pacific Slope. 486 p. 7 pl., avec atlas in-folio de 14 pl.

Vol. XIV. 1888.

J. S. Newberry : Fossil fishes and fossil plants of the Triassic rocks of New Jersey and the Connecticut Valley, 95 p., 26 pl.

— Bulletin of the U. S. Geological Survey.

Nos 48, 1888.

R. S. Woodward : On the form and position of the sea level. 88 p.

Nos 49-53, 1889.

R. S. Woodward : Latitudes and longitudes of certain points in Missouri, Kansas, and New Mexico. 133 p. — Id. Formulas and tables to facilitate the construction and use of maps. 124 p. — Ch. A. White : On invertebrate fossils from the Pacific coast. 102 p., 14 pl. — Israel Cook Russel : Subaërial decay of rocks and origin of the red color of certain formations. 65 p. — N. S. Shaler : The Geology of Nantucket. 55 p., 11 pl.

New-Haven. — The American Journal of Science.

Vol. XXXVIII, nos 227, 228. 1889.

E. O. Hovey : Observations on some of the Trap Ridges of the East Haven-Branford Region. p. 361-383, 1 carte. — F. W. Clarke : Theory of the Mica Group. p. 384-392. — W. S. Yeates : Pseudomorphs of Native Copper after Azurite, from Grant County, New Mexico, p. 405-407. — C. A. Whittle : Lower Cretaceous of the Southwest and its relation to the underlying and overlying formations. p. 440-445. — W. H. Dall : Hinge of Pelecypods and its Development, with an attempt toward a better subdivision of the group. p. 443-462. — R. T. Hill et R. A. F. Penrose jun. : Relations of the Uppermost Cretaceous Beds of the Eastern and Southern United States. p. 468-474. — W. E. Hidden et J. B. Mackintosh : Description of several Yttria and Thoria Minerals from Llano County, Texas. p. 474-486. — O. C. Marsh : Skull of the Gigantic Ceratopsidæ. p. 501-506, 1 pl.

Vol. XXXIX, n° 229, 1890.

H. S. Williams : Devonian System of North and South Devonshire. p. 31-38. — W. H. Seamen : Zinciferous Clays of Southwest Missouri and a Theory as to the growth of the Calamine of that section. p. 38-42. — J. D. Hawkins : Minium from Leadville. p. 42-43. — W. P. Blake : Mineralogical Notes. p. 43-46. — F. A. Genth : Contributions to Mineralogy, n° 46. p. 47-51. — T. M. Reade : Origin of Normal Faults. p. 51-53. — L. G. Eakins : New Stone Meteorite. p. 59-61. — E. S. Dana : Barium Sulphate from Perkins' Mill, Templeton, Province of Quebec. p. 61-65. — O. C. Marsh : Description of New Dinosaurian Reptiles. p. 81-86, 1 pl.

New-York.—Transactions of the New-York Academy of Sciences.
Vol. VIII, Nos 3-4, 1888-89.

J. J. Friedrich : Silicified woods from California. — Britton : Cretaceous Clays on Staten Island. — J. S. Newberry : The Pavements of the Great Cities of Europe. — W. Cooper : Aragonite Breccia from Southern Mexico. — J. J. Friedrich : Copper Minerals from Arizona. — Th. D. Rand : Comparison of the Rocks of Philadelphia and New-York. 4 pl. — J. J. Friedrich : The Lithology of Manhattan Island. — J. Eyerman : On the Mineralogy of the French Creek Mines, Pennsylvania. — D. G. Eaton : Volcanoes, their Distribution, and Phenomena.

Cambridge. — Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College.

Vol. XVII, N° 5.

New-Jersey. — Geological Map of New-Jersey from original Surveys, George H. Cook, Geologist. 1 carte, 1889.

Finlande. — Helsingfors. — Finlands Geologiska Undersökning
Carte géologique de la Finlande $\frac{1}{200000}$, avec texte explicatif, in-8°, 1888.

Feuille 12 : Nystad, par Hjalmar Gylling. — Feuille 13 : Tavastehus, par A. F. Tiggerstedt. — Feuilles 14 et 15 : Hangö et Jussarö, par K. Ad. Moberg.

Grande-Bretagne. — Cambridge. — Transactions of the Cambridge Philosophical Society. Vol. XIV, n° 4, 1889.

— Proceedings of the Cambridge Philosophical Society.

Vol. VI, n° 6, 1889.

J. W. Clark : On the Skeleton of *Rhytina gigas* lately acquired for the Museum of Zoology and Comparative anatomy ; with some account of the History and Extinction of the Animal. p. 340-343. — H. Robinson : On the Formation of Struvite by Micro-organisms. p. 360-362.

Edimbourg. — Proceedings of the Royal physical Society. Session 1888-89.

R. H. Traquair : On the Structure and Classification of the Asterolepidae. p. 23-46, 2 pl. — Id. : Homosteus, Asmuss, compared with Coccosteus, Ag. p. 47-57, 1 pl. — R. Kidston : Additional Notes on some British Carboniferous

Lycopods. p. 88-96, 1 pl. — J. G. Goodchild : On some of the modes of Formation of Boal Seams. p. 97-100.

Londres. — The Quarterly Journal of the Geological Society. Vol. XLV, livr. 4, n° 180. Novembre 1889.

G. W. Lamplugh : On the Subdivisions of the Speeton Clay. p. 575-618. — Miss Donald : On some new Species of Carboniferous Gastropoda. p. 619-625, 1 pl. — F. Rutley : On Tachylite from Victoria Park, Whiteinch, near Glasgow. p. 626-632. — H. G. Lyons : On the Bagshot Beds and their Stratigraphy. p. 633-639, 1 pl. — J. W. Gregory : On *Cystechinus crassus*, a new Species from the Radiolarian Marls of Barbados. p. 640-650. — S. S. Buckman : On the Descent of *Sonninia* and *Hammatocheras*. p. 651-663, 1 pl.

— Proceedings of the Geologists' Association.

Vol. XI, n° 5.

Excursions. p. XIII-III. — T. V. Holmes : The Geology of North-West Cumberland. p. 231-257. 1 pl. — J. G. Goodchild : An Outline of the Geological History of the Eden Valley of Edenside. p. 258-284, 3 pl.

— The Geological Magazine. New Series. Decade III.

Vol. VI, n° 12. Dec. 1889.

H. J. Johnston-Lavis : Notes on the Ponza-Islands. p. 529-535. — E. Naumann : On Magnetism and Earth-Structure. p. 535-544. 5 pl. — F. H. Hatch : Lower Silurian Felsites of the South-East of Ireland. p. 545-549. — T. Mellard Reade : Physiography of the Lower Trias. p. 549-558. — W. H. Hudleston : The Geology of Devon, Facts and Inferences, from the Presidential Address to the Devonshire Association. Part. II. p. 558-566.

Vol. VII, n° 1. Janv. 1890.

O. C. Marsh : The Skull of the Gigantic Ceratopsidae. p. 1-5, 1 pl. — H. H. Howorth : Did the Great Rivers of Siberia flow Southwards and not Northwards in the Mammoth-Age ? p. 5-8. — H. H. Howell : Note on the Classification of the Red Rocks in South-East Durham ; and on a possible Unconformity between the Trias and the Permian Limestone in the same District. p. 8-13. — W. Whitaker : Coal in the South East of England. p. 13-14. — R. H. Traquair : Notes on the Devonian Fishes of Scaumenap Bay and Campbelltown in Canada. p. 15-22. — G. F. Harris : Notes on the Geology of the Gironde, with especial reference to the Miocene Beds. p. 22-31. — W. Maynard Hutchings : Note on an occurrence of Willemite in a slag. p. 31-33. — Mac Mahon : On the Manufacture of Serpentine in Nature's Workshop. p. 33-34. — A. Bell : The « Manure » Gravels of Wexford. p. 35-36.

Indes anglaises. — Calcutta. — Records of the geological Survey of India.

Vol. XXII, 4^{me} partie, 1889.

Lyddeker : On the Land-Tortoises of the Sivaliks. p. 209-212. — Id. : Note on the Pelvis of a Ruminant from the Sivaliks. p. 212-214. — H. Warth : Recent Assays from the Sambhar Salt Lake in Rajputana. p. 214-216. — Pramatha Nath Bose : The Manganiferous Iron and Manganese Ores of Jabalpur. p. 216-226, 1 pl. — C. S. Middlemiss : On some Palagonite-bearing traps of the Rajmahal hills and Deccan. p. 226-

235, 3 pl. — T. W. Hughes : Notes on Tin Smelting in the Malay Peninsula. p. 235-236. — W. King : Provisional Index of the Local Distribution of important Minerals, miscellaneous Minerals, Gem Stones and Quarry Stones in the Indian Empire. Part. I. p. 237-285.

Italie. — Florence. — Biblioteca nazionale centrale di Firenze. Bolletino delle Pubblicazioni Italiane, n^{os} 93-97, 15 nov., 30 nov., 15 déc., 31 déc. 1889, 1^{er} janv. 1890.

Palerme. — Acti della R. Accademia di Scienze, Lettere e Belle Arti di Palermo. Nuova Serie (Anno 1887-88). Vol. X, 1889.

Giov. Di-Stefano : Studj stratigrafici e paleontologici sul sistema cretaceo della Sicilia. 1. Gli strati con Caprotina di Termini-Imerese, 45 p. 11 pl.

— Giornale di Scienze naturali ed economiche pubblicato per cura della Società di Scienze naturali ed economiche di Palermo.

Vol. XVIII (1887).

Di-Stefano : Sul Lias inferiore di Taormina e dei suoi dintorni. p. 46-184, 4 pl. — Id. : L'età delle rocce credute triassiche del territorio di Taormina. p. 389-436, 2 pl.

Vol. XIX (1888).

G. G. Gemmellaro : La fauna dei calcari con fusulina nella valle del fiume Sosio. p. 1-106, 11 pl. (1^{re} partie).

Rome. — Bolletino del R. Comitato geologico d'Italia. Série II. Vol. X. N^{os} 9-10, sept., oct. 1889.

Fr. Sacco : La conca terziaria di Varzi — S. Sebastiano ; studio geologico. p. 257-278, 1 carte. — C. de Stefani : Il lago pliocenico e le ligniti di Barga nella valle del Serchio. p. 278-287. — A. Piatti : La sorgente termo-solforosa di Sermione sul lago di Garda. p. 188-291.

— Atti della R. Accademia die Lincei. Anno CCLXXXVI. 1889. Seria quarta. Vol. V. N^{os} 4-8.

Turin. — Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XXIV. N^{os} 13-15. 1888-89.

Piolti : Gneiss tormalinifero di Villar Focchiardo (Val di Susa). p. 661-670, 1 pl.

— Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino. Serie seconda. Vol. XXXIX, 1889.

F. Sacco : Aggiunte alla Fauna malacologica estramarina fossile del Piemonte e Liguria. p. 61-98, 2 pl. — L. Bellardi : I Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria, p. 145-194. 6 pl. — F. Sacco : I Cheloni astiani del Piemonte. p. 427-462, 2 pl.

Japon. — Tokio. — The Journal of the College of Science, Imperial University, Japan.

Vol. III, 3^e partie, 1889.

Yokohama. — Transactions of the Seismological Society of Japan.

Vol. XIII, 1^{re} partie 1889.

Hans Hoefer : Peculiar Phenomena in the Propagation of Earthquakes. — John Milne : Earth Tremors in central Japan. — E. Odum : How were the coneshaped Holes on Bandai-san formed? — John Milne : On the Distribution of Earthquake Motion within a small Area. — Id. : Report on Earthquake Observations made in Japan during the year 1886. — Stan. Meunier : Abstract of a Theory as to the Cause of Earthquakes.

Mexique. — Mexico. — Anales del Ministerio de Fomento de la Republica Mexicana.

Vol. VIII, 1887.

J. M. Ramos : Informe relativo á los trabajos ejecutados por la Comision exploradora de la Baja California el año de 1884. p. 117-235. — E. M. Baca : Informe sobre los placeres auríferos de Calamahi (Baja California). p. 286-327. — M. Bárcena : Informe sobre el stado actual del volcan de Colima. p. 328-365. — A. Daz : Apuntes de magnetismo terrestre. p. 366-461.

— Memorias de la Sociedad científica « Antonio Alzate ».

Vol. II, n° 12, 1889.

— Bosquejo de una Carta geologica de la Republica Mexicana, formada por disposicion del Secretario de Fomento G. C. Pacheco por una Comision especial baso la direcion del Profesor Antonio del Castillo. 1 carte, $\frac{1}{3000000}$ Mexico, 1889.

— Carta miñera de la Republica Mexicana, formada por disposicion del Secretario de Fomento G. C. Pacheco, par Antonio del Castillo, 1 carte, $\frac{1}{3000000}$.

— Inundacion de la Ciudad de Lagos, 1 carte.

— Inundacion de la Ciudad de Leon, 1 carte.

— Tragectoria del Cyclon de Septiembre de 1888, a traves de la Isla de Cuba, 1 carte

Pays-Bas. — Harlem. — Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Vol. XXIII, n° 5.

Roumanie. — Bucarest. — Anuarulù biuroului geologicù. Ann. 1882-83, n° 4.

S. Stefanescu : Mémoire relatif à la géologie du Judet de Doljiu. p. 317-459, 1 pl. (en roumain et en français).

Jassy. — Le Bulletin de la Société des Médecins et des Naturalistes de Jassy. Vol. III, nos 1, 2.

Russie. — Saint-Pétersbourg. — Mémoires de l'Académie impé-

riale des Sciences de Saint-Petersbourg. VII^e série. Vol. XXXVI, n^{os} 9-16.

N^o 10. N. v. Koscharow : Beiträge zur Kenntniss der Krystallisation des Klinochlors und über das Krystallsystem und die Winkel des Kotschubeits. 59 p.

N^o 13. J. V. Rohon : Ueber fossile Fische vom oberen Jenissei. 17 p., 2 pl.

N^o 14. J. V. Rohon : Die Dendrodonten des Devonischen Systems in Russland. Paläontologische und vergleichend-anatomische Studie. 52 p., 2 pl.

N^o 15. Fr. Brauer, J. Redtenbacher u. H. Ganglbauer : Fossile Insekten aus der Juraformation Ost-Sibiriens. 22 p., 2 pl.

— Mémoires du Comité géologique.

Vol. VIII, n^o 1. 1888.

J. Lahusen : Ueber die Russischen Aucellen (en russe, résumé en Allemand). 46 p. 5 pl.

Vol. III. n^o 4. 1889.

Th. Tschernyschew : Allgemeine geologische Karte von Russland. Blatt 139. Beschreibung des Central-Urals und des Westabhanges (en russe, résumé en allemand). 393 p., 3 pl.

— Supplément au T. VIII des Bulletins du Comité géologique. Bibliothèque géologique de la Russie, 1888. Composée sous la rédaction de S. Nikitin. 1889, 201 p.

Suède. — Stockholm. — Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar.

Nouvelle série. T. XX. 1882-83, 1^{re} partie.

Nathorst : Contributions à la flore fossile du Japon. 92 p., 16 pl.

Id. 2^e partie.

Ray-Lankester : Report of fragments of fossil fishes from the palaeozoic strata of Spitzbergen. 7 p., 4 pl.

T. XXI. 1884, 1885. 1^{re} partie.

Von Dunikowski : Ueber Permo-Carbon Schwämme von Spitzbergen. 18 p., 2 pl.

Id. 2^e partie.

Thorell and Lindström : On a Silurian Scorpion from Gotland. 33 p., 1 pl. — Nathorst : Nouvelles observations sur les traces d'animaux et autres phénomènes d'ordre purement mécanique. 58 p., 5 pl.

— Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens.

Vol. IX, 1884.

Vogt : Studier over Slagger. 302 p. — Nathorst : Redogörelse för den tillsammans med G. de Geer år 1882 företagna geologiska expedition till Spetsbergen. 78 p. — Id. : Bemerkungen über Herrn von Ettingshausens Aufsatz : « Zur Tertiärflora Japans ».

Vol. X, 1885.

Eichstädt : Ueber die krystallographischen Constanten des Gadolinit. 18 p.

Vol. XI, 1886-1887.

Brögger : Ueber die Ausbildung des Hypostoms bei einigen scandinavischen Asaphiden. 78 p., 3. pl.— Lundgren : On an Inoceramus from Queensland. 7 p. 1 pl.
G. Holm : Om Vettern och Visingsö-formationen. 49 p. — Eichstädt : Pyroxen och amfibolförande bergarter från mellersta och östra Småland. 123 p.

Vol. XII, 1887.

Ramsay : Om turmalinens hänförande till den romboëdrisktetartoe-driska formgruppen af det hexagonala systemet. 11 p., 1 pl. — Flink : Mineralogiska notiser. I. 71 p., 2 pl.— Blomstrand : Om de zirconiumhaltiga silikatens kemiska byggnad. 15 p. — Id. : Om den s. k. Cyrtolithen från Ytterby. 10 p. — Moberg : Iakttagelser från en med understöd af allmänna medel sommaren 1885 företagen geologisk resa till Irland, Norra Frankrike, Holland och Westphalen. 14 p.

Vol. XIII, 1888.

Ramsay : Undersökning of pleokroismen och ljusabsorptionen i epidot från Sulzbachthal. 45 p. 3 pl. — Hamberg : Natürliche Corrosionserscheinungen und neue Krystallflächen am Adular vom Schwarzenstein. 30 p., 2 pl.— Ramsay : Om tetartoëdri hos turmalin. 10 p., 1 pl.— Flink : Mineralogiska notiser. II. 94 p., 4 pl.— Id. : Ueber die Krystallform und Zwillingbildung des Skolecit von Island. 29 p., 1 pl.— Lundgren : Anmärkningar om permfossil från Spetsbergen. 27 p., 1 pl.

— Öfversigt of Kongl. Vetenskaps Akademiens Forhandlingar,
Vol. XLI, 1885.

Brögger et Flink : Om kristaller af Beryllium och Vanadium. — Fristedt : Om en fossil spongia. — Igelström : Aimatolit och Aimafibrit, två nya mineral från Nordmarks grufvor. — Id. : Manganostibit, ett nytt mineral från Nordmarks grufvor. — Id. : Xanthoarsenit, ett nytt mineral från Sjögrufvan (Grythyttens n). — Lindström : Förteckning öfver Riksmusei Meteoritsamling. — Lorenzen : Nogle Mineralier fra Grønland. — Id. : Rødt Arsenikmineral (Aimatolit) fra Nordmarken. — Id. : To petrografiske Notitser. — Sjögren, A. : Alaktit från Nordmarks grufvor. — Id. : Nya arseniater från Mossgrufvan å Nordmarksfältet. — Sjögren, H. : Om grafitens kristallform och fysiska egenskaper. — Weibull : Mineralförekomster vid Vestra Silfberg.

Vol. XLII, 1886.

Flink : Undersökning of diopsidvarieteter från Nordmarken. — Id. : Om Rodonit från Pajsberg och Långban. — Id. : Om Schifferit från Långban och Pajsberg. — Holm : Förteckning på meteoriter. — Igelström : Polyarsenit från Sjögrufvan. — Lindström och Thorell : Förteckning öfver Gotlands Siluriska Crustaceer. — Nathorst : Om kambriska pyramidalstenar. — Weibull : Om olivngruppens mineral. — Oberg : Om några mineraliers specifika värme.

Vol. XLIII, 1887.

Nathorst : Om de sandslipade stenarnes förekomst i de kambriska lagren vidi Lugnås. — Törnebohm : Några ord om den geologiska kartan öfver Sverige.

Vol. XLIV, 1888.

Lindström : Om hyalotekit från Långban. — Munthe : Om postglaciala aflageringar* med *Ancylus fluviatilis*. — Sjögren : Allaktit från Långban. — Id. : Om fyndet af Periklas vid Nordmarks grufvor. — Svedmark : Om plagioklasens natur i gabbbron från Rådmanstö. — Thorell : Om glacial bildningarnas lagerföljd och temperaturen under istidens olika skeden.

Vol. XLV, 1889.

Brögger och Bäckström : Ueber den Dahlit, ein neues Mineral. — Flink : Mineralogische Notizen. — Hamberg : Om kristalliseradit gediget bly från Pajsberg. — Lundgren : Om Sveriges kritfauna. — Lindström och Sjögren : Om Barysit från Harstigsgrufvan. — Nathorst : Remarques de M. Lebesconte concernant les Cruziana. — Id. : Nya anmärkningar om Williamsonia. — Peterson : Analyser af gadolinit och homilit. — Sjögren : Om ett nytt mineral från Mossgrufvan i Nordmarken.

— Forteckning ofver innehället i kongl. svenska vetenskaps-akademins skrifter. 1826-1883. Catalogue, 116 p., 1884.

— Lefnadsteckningar öfver kongl. svenska vetenskaps akademien efter år 1854 aflidna ledamöter. T. II. 3. (Biographies). 1885.

— Liste des membres, 1885-1889.

Du 3 Février au 28 Avril 1890

1° NON PÉRIODIQUES.

Algérie. — Notice minéralogique, par le Service des Mines. Alger, 1889.

Id. — Notice sur quelques sources thermales et minérales de l'Algérie, par le Service des Mines. Alger, 1889.

Anthropologie. — La Société, l'Ecole et le Laboratoire d'Anthropologie de Paris à l'Exposition Universelle de 1889. — 361 p. (offert par la Société, l'Ecole et le Laboratoire d'Anthropologie).

Arrault, Paulin. — Outils et procédés de sondage par —. 48 p. Outils et procédés de sondage Mulot, Saint-Just et Léon Dru, Ingénieurs civils, Paulin Arrault, succr. — Atlas de 35 pl.

Beaumont, Elie de. — Cours de géologie professé à l'Ecole impériale des Mines (1858-1859). (Offert par M. Ferrand de Missol).

Blanchard, Raphaël. — Compte-rendu des séances du Congrès international de zoologie. Paris, 1889. — In-8°, 5 planches, 38 fig., 513 pages.

Bonaparte, Prince Roland. — Le glacier de l'Aletsch et le lac de Märjelen. Paris, 1889, 26 pages et photographures.

Id. — Le premier établissement des Néerlandais à Maurice. Paris, 1890, 60 pages, 5 pl.

Id. — La Laponie et la Corse (Extr. de « Le Globe, journal géographique » Bulletin, T. XXVIII), 14 p.

Bornemann, J. G. — Ueber den Buntsandstein in Deutschland und seine Bedeutung für die Trias nebst Untersuchungen über Sand- und Sandsteinbildungen im Allgemeinen, in-4°, 61 p., 3 pl. fotogr., 4 fig. (Beiträge zur Geologie und Paläontologie, herausgegeben von Dr J. G. Bornemann. 1^{tes} Heft, Jena, 1889).

Boulay, abbé. — Flore pliocène des environs de Théziers (Gard). In-8°. Paris, 1890.

Boury, de. — Révision des Scalidæ miocènes et pliocènes de l'Italie. In-8°, 184 pages, 1 pl. Pise, 1890.

Briart. — La formation houillère, 37 p. (Bull. Acad. R. de Belgique, 3^e série, t. XVIII, n° 12, 1889).

Bulliot, J. G. — Jean Claude Desplaces de Charmasse, vice-président de la Société Eduenne. 17 pages in-8°. Autun, 1890.

Cappelle, Dr H. Van... Jr. — Les escarpements du « Gaasterland » sur la côte méridionale de la Frise, contribution à la connaissance du Quaternaire des Pays-Bas, suivie d'une étude sur les roches siliceuses à spicules de spongiaires du Boulder-Clay du Roode-Klif, par G. Jennings Hinde. (Extr. Bull. Soc. belge géol. pal. hydrol. T. III, 1889), p. 222-258, pl. VIII.

Emmons, S. F. — Orographic movements in the Rocky Mountains (Extr. de Bull. of the Geol. Soc. of America. Vol. I, p. 245-286).

Feistmantel, Ottokar. — Uebersichtliche Darstellung der geologisch-paläontologischen Verhältnisse Süd-Afrikas. I. Theil. Die Karoo-Formation und die dieselbe unterlagernden Schichten, 94 p., 4 pl. (Abh. d. k. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. Math.-naturw. Cl. n° 6, VII. Folge, 3. Band, 1889).

Fewkes, J. Walter. — On excavations made in rocks by sea-urchins (Extr. de The American Naturalist. Janv. 1890), 21 p. (don de M. J. Marcou).

Franchi, S. — Anomalie della declinazione magnetica in rapporto con grandi masse serpentinosi (Extr. du Boll. del R. Comitato Geol. 1890, nos 1. 2), 7 p., 1 pl.

Fritsch, Ant. — Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens. Vol. II, n° 4. (Selachii, Orthacanthus), p. 93-114, pl. 80 b — 90, in-4°. Prague, 1889.

Hinde, George Jennings. — On a new genus of siliceous sponges from the Lower Calcareous Grit of Yorkshire. (Extr. de Quart. Journ., 1890. Vol. XLVI, p. 54-64, pl. VI).

Klement, C. — Les puits artésiens de Willebrœck, 12 p. (Bull. Soc. belge de Géol., Tome III, 1889. Mém.)

Klossovsky, A. — Différentes formes des grêlons observés au sud-ouest de la Russie. (Extr. de ? , in-8°, p. 43-56, 2 pl.)

Labat, le Dr. — L'azote dans les eaux minérales. Paris, 1889.

Lapparent, A. de. — La nature des mouvements de l'écorce terrestre (Extr. Revue des questions scientifiques. Janvier 1890. Bruxelles).

Lory (Charles). — Notice sur les travaux scientifiques de M. —, professeur de géologie à l'École normale supérieure. In-4°, Paris, 1881. — (Offert par M. *Pierre Lory*).

Lydekker, Rich. — Catalogue of the Fossil Reptilia and Amphibia in the British Museum (Natural History). Part. III. Containing the Order Chelonina. In-8°, 239 p. Londres, 1889. (présenté par les « Trustees of the British Museum »).

Marcou, Jules. — The Taconic in the Salt-Range of Punjab. (Extr. de American Geologist. Juill. 1889, p. 59-62).

Id. — Jura, Neocomian and Chalk of Arkansas. (Extr. de American Geologist. Déc., 1889, p. 357-367).

Margerie (E. de). — Géologie de l'Ecosse. — Compte-rendu de l'« Ardenne » de M. Gosselet. — Géologie de l'Asie et de l'Amérique. Géologie de la Norvège.

(Articles extraits du Tome V de l'Annuaire géologique universel).

Martel, E. A. — Les Cévennes et la région des Causses. In-8°, 406 p., 140 fig., 2 cartes, 9 plans. Paris, 1890.

Id. — Sous Terre. Exploration des abîmes des Causses. Rivière souterraine du groupe de Padirac. (Extr. Bull. Soc. des Sciences hist. et archéol. de la Corrèze. T. XI.) 45 p. et fig.

Id. — Sous Terre. Exploration des eaux intérieures et cavernes des Causses. (Extr. Ann. Club alpin français). Paris, 1888. 59 pages, 1 pl. et grav.

Ministère des Travaux publics. — Exposition universelle internationale de 1889. — Carte géologique détaillée de la France et Topographies souterraines. In-8°, 170 pages.

Merrill, George P. — On the San Emigdio Meteorite. In-8°, 7 p. 1 pl. (Proc. of U. S. National Museum).

— On a Peridotite from Little Deer Isle, in Penobscott Bay, Maine. In-8°, 5 p. 1 pl. (Proc. of U. S. National Museum).

Nicklès, René. — Note sur quelques gisements sénoniens et daniens du sud-est de l'Espagne. (Extr. Bull. Soc. Géol. de France. T. XVII).

Noë, Dr Franz. — Geologische Uebersichtskarte der Alpen. 2 f. 1/1.000.000. Vienne, 1890.

Id. — Erläuterungen zu der geologischen Uebersichtskarte der Alpen, nebst einigen einbegleitenden Worten von Eduard Suess. In-8°, 27 p. Vienne, 1890.

Oldham, R. D. — A Bibliography of Indian Geology. In-8°, XIII, 145 p. Calcutta, 1888.

Reusch, Hans. — Geologisk kart over de Skandinaviske lande og Finland. 1/8.000.000. Kristiania, 1890.

Risler, Eugène. — Géologie agricole. — Première partie du cours d'agriculture comparée, fait à l'Institut agronomique par —. Paris, 1889.

Id. — Supplément de la Géologie agricole. Carte géologique et statistique des gisements de phosphate de chaux, exploités en France. Paris, 1889.

Sampaio, Th. F. — Exploração dos Rios Itapetininga e Parapanema. In-folio plano., 14 p., 24 pl. Publié par la « Comissão geographica e geologica da Provincia de S. Paulo. » Rio de Janeiro, 1889. (*Hommage de M. Orville A. Derby*).

Sayn. — Sur quelques Ammonites de la couche à Hol. Astieri de Villers-le-Lac et sur des Ammonites de l'Urgonien de Menglon (Drôme). (Extr. Arch. des sciences phys. et nat., nov. 1889).

Id. — Note sur quelques Ammonites nouvelles ou peu connues du Néocomien inférieur. (Extr. Bull. Soc. Géol. de France, 3^e série, T. XVII.)

Scudder, S. N. — The fossil Butterflies of Florissant. (Extr. de 8th ann. rept U. S. Geol. Surv., 1889, p. 433-472, pl. 52-53).

Id. — The Work of a Decade upon Fossil Insects. In-4°, 9 p. (Psyché. Jan. 1890).

Shaler, N. S. — The Topography of Florida. With a note by Alexander Agassiz. (Bull. Mus. Comp. Zool. Vol. XVI, n° 7, p. 139-158, 1 pl.) (Don de *M. Al. Agassiz*).

Stefani, Carlo de... — Molluschi continentali pliocenici d'Italia, 196 p., 4 pl. (Atti della Soc. Toscana di Scienze Naturali). Pisa 1876-84.

Id. — Quadro comprensivo dei terreni che costituiscono l'Appennino settentrionale, 48 p. (Atti della Soc. Toscana di Scienze Naturali, Vol. V, fasc. 1) Pisa 1881.

Id. — Lias inferiore ad Arieti dell' Appennino settentrionale, 68 p., 4 pl. (Atti della Soc. Toscana di Scienze Naturali, Vol. VIII, fasc. 1°). Pisa 1886.

Id. — L'Appennino fra il Colle dell' Altare e la Polcevera, 39 p., 1 pl. (Bull. della Soc. Geol. ital. Vol. VI, fasc. 3, 1887).

Id. — Sulle ligniti della valle di Serchio, 42 p., 1 carte. (R. Accademia Economica-Agraria dei Georgofili di Firenze, 9 janv. 1887).

Id. — Iconografia dei nuovi molluschi pliocenici d'intorno Siena. In-8°, 55 p. 3 pl.

Id. — Le pieghe delle Alpi Apuane. Contribuzione agli studi sull' origine delle montagne, 115 p., 2 pl., 1 carte. (Pubblicazioni del R. Istituto di Studj superiori pratici e di perfezionamento in Firenze. Sezione di scienze fisiche e naturali). Florence, 1889.

Steinmann & Bücking. — Zur Geologie der Küsten des Cumberlandsgolfes, 11 p. (Extr. de « Ergebnisse der deutschen Polar-Expedition. Allgem. Theil. » Bd. II, 6).

Teisseyre, L. — Ueber die systematische Bedeutung der sog. Parabeln der Perisphincten, p. 570-643. (Neues Jahrb. Beil.-Bd. VI, 1889).

Toula. — Geologische Untersuchungen im östlichen Balkan und in den angrenzenden Gebieten. In-8°, 4 p., 1890. Akademischer Anzeiger, n° II).

Zigno, Barone A. de... — Chelonii scoperti nei terreni cenozoici delle Prealpi Venete, 12 p., 2 pl. (Mem. R. Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, 1889).

2^o PÉRIODIQUES.

France. — Paris. — Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. T. CX, nos 3 à 16.

De Launay : La Géologie de l'île Mételin, p. 158. — De Grossouvre, A. : Sur la présence de fossiles alpins dans le Callovien de l'ouest de la France, p. 204. — Mallard : Sur la lussatite, nouvelle variété minérale cristallisée de silice, p. 245. — Beaughey : Formation du quartz par la source de Manhourat à Caunterets, p. 300. — A. Lacroix : Sur l'existence de roches à leucite dans l'Asie Mineure et sur quelques roches à hypersthène du Caucase, p. 302. — L. Cayeux : De la composition de quelques craies pseudo-dolomitiques du nord de la France, p. 304. — J. Thoulet : De quelques objections à la théorie de la circulation verticale profonde dans l'Océan, p. 324. — Bouquet de la Grye : Observations relatives à la communication de M. Thoulet, p. 326. — Emile Blanchard : Les preuves de la dislocation de l'extrémité sud-est du continent asiatique pendant l'âge moderne de la terre, p. 369. — Albert Gaudry : Le *Dryopithecus*, p. 373. — A. Milne-Edwards : Observations relatives à la communication de M. Gaudry, p. 376. — A. Issel : Radiolaires fossiles contenus dans les cristaux d'albite, p. 420. — G. Lippmann : Sur la théorie et le mode d'emploi des appareils seismographiques, p. 440. — V. Lemoine : Sur les rapports qui paraissent exister entre les Mammifères crétacés d'Amérique et les Mammifères de la faune cernaysienne des environs de Reims, p. 480. — Albert Gaudry : Apparence d'inégalité dans le développement des êtres de l'ancien et du nouveau continent. Remarques à propos de la communication de M. Lemoine, p. 482. — Wennkoff : De la formation du delta de la Néva, d'après les dernières recherches, p. 484. — De Folin : Sur la formation des roches nummulitiques, p. 595. — Stanislas Meunier : Recherches chimiques sur les tests fossiles de foraminifères, de mollusques, de crustacés, p. 567. — J. Caralp : Sur un kersanton pyrénéen, son âge, ses affinités avec l'ophite, p. 599. — Cotteau : Sur les Echinides crétacés du Mexique, p. 621. — Michel Lévy et Munier-Chalmas : Sur de nouvelles formes de silice cristallisée, p. 649. — G. Roland : Sur les grandes dunes de sable du Sahara, p. 659. — Munier-Chalmas : I. Sur les formations gypseuses du bassin de Paris. II. Sur les dépôts silicieux qui ont remplacé le gypse, p. 663. — Chevalier : Sur un tremblement de terre à Chang-Haï et les mouvements des boussoles à Zi-ka-Wei, durant ce tremblement de terre, p. 670. — P. Termier : I. Sur les séries d'éruptions du Mézenc et du Meygal (Velay); II. Sur l'existence de l'ægryne dans les phonolithes du Velay, p. 730. — Henri Boursault : Composition de quelques roches du nord de la France, p. 733. — A. Julien : Résultats généraux d'une étude d'ensemble du Carbonifère marin du Plateau central, p. 736. — B. Renault : Sur une nouvelle *Lycopodiaceae* houillère (*Lycopodiopsis Derbyi*), p. 809. — Ch. Contejean : Les cailloux impressionnés, p. 811. — Stanislas Meunier : Examen lithologique et géologique de la météorite de Jelica (Serbie), p. 871.

— Journal des savants, janvier, février, mars, 1890.

De Quatrefages : Théories transformistes, p. 83 à 96 (fév.) et 176 à 188 (mars).

— Bulletin de la Société Zoologique, T. XIV, n^o 10, et T. XV, nos 1, 2 et 3.

— Mémoires de la Société Zoologique de France, T. II, pl. I à XV.

G. Cotteau : Echinides nouveaux ou peu connus, p. 321 à 332.

— Bulletin de la Société Botanique de France, 2^e série, T. XI, nos 7 et 8. T. XII, A (Revue Bibliographique).

— Bulletin de la Société française de Minéralogie, T. XII, n^o 9.

A. Lacroix : Sur un nouveau gisement français de bertrandite, p. 514. — A. Lacroix : Matériaux pour la minéralogie de la France : Humites, Spinelles, Corindons, Pargasite, Wernerite, Cordiérite, Andalousite, Idocrase, Wollastonite, Grenat, Laumonite, Stilbite, Heulandite de l'Ariège, p. 517. — A. Lacroix et C. Baret : Bertrandite, Apatite, Béryl, Ilménite, Chlorite, Magnétite, Sphène, Heulandite, Prehnite, Grenat, de la Loire-Inférieure, p. 527.

T. XIII, nos 1 et 2.

A. Lacroix : Roche à diaspore dans la Haute-Loire, p. 7. — Id. : Sur la formation cristalline de la Carphosidérite, nouveaux gisements de ce minéral. — Beaugéy : Calcaire albitifère de Bedous (B.-Pyr.), p. 57. — Id. : Calcaire à cristaux de quartz de Villefranque et de Biarritz, p. 59. — E. Mallard : Sur la lussatite, nouvelle variété minérale cristallisée de silice. — Gonnard : Sur les zéolithes du mont Simiouze (Loire), p. 70.

— Annales des Mines, 8^e série, T. XVI, 5^e livraison.

— Journal de Conchyliologie, 2^e série, T. XXIX, nos 3 et 4.

C. Mayer-Eymar : Description de coquilles fossiles des terrains tertiaires supérieurs, p. 229.

— Bulletin de la Société de Géographie, 7^e série, T. X, 3^{me} et 4^{me} trimestres.

— Compte rendu des séances de la commission centrale de la Société de Géographie, 1890, nos 3 à 6.

— Revue des Travaux scientifiques, T. X, nos 6 et 7.

— Revue générale des Sciences pures et appliquées, 1^{re} année, n^o 2.

E. de Margerie : Les deux nouvelles cartes géologiques de la France, p. 43.

— La Nature, 18^e année, nos 810 à 822.

Ch. Grad : Exploitation du pétrole à Pechelbronn, en Alsace, p. 171. — E. A. Martel : Les eaux souterraines des Causses, p. 198. — X. : Roches à formes architecturales, p. 229. — W. de Fonvielle : Une île nouvelle, l'île Falcon, p. 243. — X. : Les puits artésiens en Californie, p. 257.

— Le Naturaliste, 2^e série, nos 70 à 75.

Stanislas Meunier : Sur quelques synthèses minéralogiques, p. 35. — H. Boursault : Fossiles nouveaux des couches boloniennes du Portel (Pas-de-Calais), p. 41. — Stanislas Meunier : Sur quelques synthèses minéralogiques, p. 60. — M^{rs} A. de Gregorio : Sur les galets produits sans charriage et sur les roches perforées par les escargots, p. 78.

— Bulletin mensuel du Club alpin français, nos 4 à 3.

— Association française pour l'avancement des sciences, 18^e session, 1^{re} partie.

Carrière: Note sur la géologie du département d'Oran, p. 288. Discussion: M. Pomel, p. 288. — Lennier (G.): Fossiles siluriens recueillis à la Hague dans la baie d'Esculgrain, p. 289. — Wohlgemuth: Sur la cause du changement du lit de la Moselle, ancien affluent de la Meuse, p. 289. — Bleicher: Formations glaciaires des Vosges, p. 290. Discussion: M. Gaudry, p. 290. — Cotteau (Gustave): Note sur l'Hemipneustes ocellatus, Drapier, p. 290. Discussion: M. Pomel, p. 291. — Ficheur: Sur la présence de la « Terebratula diphyæ » dans l'Oxfordien de l'Ouarnesis (Algérie), p. 291. — Nicolas (H.): Les Insectes fossiles d'Aix-en-Provence du museum Requien à Avignon, p. 291. Discussion: M. Pomel, p. 291. — Gauthier: Supplément aux « Echinides de l'Algérie », p. 292. — Szabó (le Dr): Les mines d'opale en Hongrie, p. 292. — Cotteau (G.): Considérations sur les Echinides éocènes de la France, p. 292. — Lemoine (le Dr): Étude comparée des plus anciennes faunes tertiaires d'Europe et d'Amérique, p. 292. — Visite géologique à l'Exposition universelle, sous la direction de MM. Bergeron et Hovelacque, p. 293. — Danton: Constatation d'une zone de terrain dévonien dans le sud du Maine-et-Loire, s'étendant en direction dans les Deux-Sèvres, p. 293. Constatation de fossiles dans les sables ferrugineux tertiaires de l'ouest de la France, p. 293. Constatation d'un gisement de fossiles siluriens au nord-ouest de l'Anjou, p. 293. — Danton: Constatation d'un remarquable gîte de jaspe rouge, en roche, avec fer et manganèse oxydé, provenant d'un phénomène métamorphique de schistes fossiles préexistant, p. 293. Sur une preuve scientifique de l'origine ignée de la terre, p. 293. — Collot: Sur la présence du « Planorbis crassus » au sommet de la première série lacustre des Bouches-du-Rhône, p. 294. Discussion: M. Pomel, p. 294. — Malaise: Sur les « Oldhamia » de Belgique, p. 294. — Bergeron (Jules): Sur la présence du genre « Oldhamia » dans la Montagne-Noire, p. 295. — Rivière (Emile): Faune de la grotte de la Combe dans les Alpes-Maritimes, p. 295. — Fuchs: Observations sur les collections déposées au Champ-de-Mars, p. 295. — Honnorat-Bastide (Ed. F.): Sur une forme d'Ammonites du crétacé inférieur des Basses-Alpes (Ammonites Batildei), p. 295. — Caraven-Cachin: La caverne de Roset (Tarn), p. 296. Découverte du poulingue de Palassou sur le versant sud-ouest du Plateau Central, p. 296.

— Ministère de l'Instruction publique. — Bulletin des Bibliothèques et des archives. Année 1889, n° 2.

— Annuaire des Bibliothèques et des archives pour 1890.

— Ministère des Travaux publics. — Bulletin des services de la carte géologique de France et des Topographies souterraines.

(N° 6, nov. 1889). G. Maillard: Note sur la géologie des environs d'Annecy, La Roch., Bonneville et la région comprise entre le Buet et Sallanches, Haute-Savoie, 9 pl. — (N° 7, déc. 1889). Ch. Barrois: Mémoire sur les éruptions diabasiques siluriennes du Menez-Hom (Finistère), 1 pl.

— Service de la Carte géologique de la France. — Feuilles de Montbrison et de Bourg.

— Ponts et Chaussées. — Service hydrométrique du bassin de l'Adour. — Observations sur les cours d'eau et la pluie, centralisées pendant l'année 1887, 1 vol., texte et atlas, 4 pl.

— Service hydrométrique du bassin de la Seine. — Observations sur les cours d'eau et la pluie, centralisées pendant l'année 1888, 1 vol., texte et atlas.

— Annuaire géologique universel, T. V.

Abbeville. — Bulletin de la Société d'émulation d'Abbeville — année 1888, n^{os} 1 à 4. — Année 1889, n^{os} 1 à 4.

Abbé Danicourt : Les souterrains refuges de Naours (N^o 1, 1889), p. 141.

— Mémoires de la Société d'émulation. — T. XVII (4^e série, T. L, 1^{re} partie).

Amiens. — Bulletin mensuel de la Société Linnéenne du Nord de la France, T. IX, n^{os} 201 et 202.

Bordeaux. — Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, 5^{me} série, T. II.

Benoist : Sur les forages artésiens exécutés à Libourne, III. Résultats stratigraphiques des sondages artésiens exécutés entre Bordeaux et Pauillac, XXVII. Coupe relevée entre Plassac et Roque-de-Tau, XXIII. Couches à nummulites du sud-ouest, XXXV. Observations sur les sables du Périgord, XLII. Sur la limite supérieure de l'étage oligocène, LII. Discussion de la communication de M. Vasseur, LIX. — Degrange-Touzin : Couche fluvio-marine observée à Balizac, XXXI. Comptendu de l'excursion faite à Bazas, le 1^{er} juillet 1888, XLV. Sur la limite supérieure de l'étage oligocène, LIII. Note sur les environs de Bazas et sur une coupe relevée à Cazats. Notes géologiques sur le Bazadais (avec planches), LXXII... etc. — Fallot : Observations faites à Plassac, XXXV. Remarques à propos d'une note de MM. Potier et Vasseur sur les sables du Périgord, XXXIX. Observations sur les limites de l'étage miocène, LI. — Vasseur : Sur l'âge des sables du Périgord, LVIII.

Chambéry. — Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Savoie, T. III, 1889, n^o 4, oct., nov., déc.

J. Révil : La géologie des Alpes occidentales, p. 158 à 177.

Lille. — Annales de la Société géologique du Nord, T. XVII, livr. 1 à 3.

L. Boutan : Quelques remarques sur la classification des ongulés, p. 2. — Ch. Barrois : Notice explicative de la feuille de Redon, p. 16. Sur les diabases de Menez-Hom (Finistère), p. 28. — Gosselet : Les Demoiselles de Lihus, p. 33. — Jannel : Études sur les lignes de l'Est, p. 45. — Gronnier : Excursions géologiques dans les environs de Vichy, p. 47. — J. Gronnier : Excursions dans les environs de Vichy, (suite), p. 49. — L. Cayeux : Ondulations de la craie de la feuille de Cambrai et rapports de la structure ondulée avec le système hydrographique de cette carte, p. 71. Mémoire sur la craie grise du Nord de la France, p. 105. Découvertes de silex taillés à Quiévy. Note sur leur gisement, p. 151. — Ch. Barrois : Feuille de Pontivy,

p. 90. — H. Lasne : Sur la composition des phosphates des environs de Mons, p. 141.
— Ladrière : Résultats de deux sondages exécutés à Marquette et à La Madeleine,
p. 149. — J. Ortlieb : A propos de la Ciplyte, p. 155.

Lyon. — Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon. T. VIII,
n° 3, déc. 1889.

Meaux. — Bulletin du Syndicat agricole de l'arrondissement de
Meaux. 3^e année, n° 2.

Montbéliard. — Mémoires de la Société d'Emulation de Montbéliard, XX^e vol.

Moulins. — Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de
la France. 3^e année, nos 2 à 4.

Ernest Olivier : La formation de la houille, p. 54. —Id.: La forêt des Collettes et
l'exploitation des Kaoluës, p. 57.

Nîmes. — Bulletin de la Société d'Etude des Sciences naturelles
de Nîmes. 17^e année (oct. à déc.).

Philippe Mingaud : Tableau des espèces minérales des environs de Saint-Jean-
du-Gard. — Théodore Picard : Résumé descriptif de la géologie du Gard.

Saint-Etienne. — Comptes rendus mensuels des réunions de la
Société de l'Industrie minérale, déc. 1889, janv., fév. mars 1890.

— Bulletin de la Société de l'Industrie minérale. 3^e série, T. IV,
1^{re} livr.

Toulouse. — Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Tou-
louse (janv. à juin 1889).

J. Laromiguière : Note sur les phosphates de la Somme, p. 1 à 8.

— Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'Homme.
22^e vol., 3^e série, T. V.

Valenciennes. — Société d'Agriculture, Sciences et Arts de
l'arrondissement de Valenciennes. Revue, T. XL.

Alsace-Lorraine. — Mulhouse. — Bulletin de la Société indus-
trielle de —. Bulletin de Décembre 1889, janv., févr. 1890.

Allemagne. — Berlin. — Sitzungsberichte der königl. preus-
sischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

1889, nos 39-53.

XVIII *Supplément au Bulletin de la Soc. Géol. de France.* d

Klein: Die Meteoriten-Sammlung der Kön. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 15. October 1889, p. 843-864. — Rinne: Ueber Limburgite aus der Umgebung des Habichtswaldes, p. 1007-1026. — Id.: Ueber Gismondin vom Hohenberg bei Bünde in Westfalen, p. 1027-1036.

— Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten.

Vol. X, n° 2.

A. von Kœnen: Das Norddeutsche Unter-Oligocän und seine Mollusken-Fauna, Lief. II. Conidae-Volutidae-Cypræidae, p. 281-374, pl. XXIV-XXXIX.

— Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft.

Vol. XLI, n° 3, juil.-sept. 1889, 1890.

Van Calker: Beiträge zur Heimaths-Bestimmung der Groninger Geschiebe, p. 385-393. — L. Milch: Die Diabas-Schiefer des Taunus, p. 394-441. — P. Oppenheim: Beiträge zur Geologie der Insel Capri und der Halbinsel Sorrent, p. 442-491, pl. XVIII-XX. — R. Brauns: Mineralien und Gesteine aus dem hessischen Hinterland, II, p. 491-544, pl. XXI. — Nathorst: Ueber Goldenberg's Onisima ornata, p. 545-547. — Ad. Remelé: Ueber Hyolithus inaequistriatus Rem., p. 547-553. — Dawson: Ueber einige devonische Pflanzen, p. 553-554. — Trautschold: Ueber Antliodus und andere Fischreste aus dem oberen russischen Bergkalk, p. 556-559. — Eck.: Ueber die Verbreitung der Crinoiden-Schichten im Muschelkalk Vorarlbergs, p. 559-562. — Th. Ebert: Ueber ein neues Vorkommen mariner Versteinerungen in der Steinkohlenformation von Oberschlesien, p. 564-565. — Conwentz: Ueber die verschiedene Bildungsweise einiger Handelssorten des baltischen Bernsteins, p. 567-568. — Gürich: Ueber die Goldlagerstätten in Deutsch-Südwest-Afrika, p. 569-573. — A. Schenck: Ueber das Vorkommen des Goldes in Transvaal im Allgemeinen und über die Witwatersrand-Goldfelder südlich von Pretoria, p. 573-581. — Ebert: Reste von Chitonen aus der Steinkohlenformation Oberschlesiens, p. 583.

— Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Vol. XVI, n° 10, 1889. Vol. XVII, n° 3, 1890.

— Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Vol. XXIV, n° 5, 1889.

Vol. XXV, nos 1, 2, 1890.

Alfred Philippson: Der Isthmos von Korinth. Eine geologisch-geographische Monographie, p. 98, 1 carte.

— Mittheilungen von Forschungsreisenden und Gelehrten aus Deutschen Schutzgebieten.

Vol. III, n° 1, 1890.

Cassel. — Geognostische Jahreshefte, herausg. v. der geognostischen Abth. d. k. Bayer. Oberbergamtes in München. 2^e année, 1889.

H. Thürach: Uebersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleiche zu den benachbarten Gegenden. 2^{er} Theil, p. 1-90. — O. Reis: Die

Korallen der Reiter Schichten, p. 91-162, pl. I-IV. — C. W. v. Gümbel : Die geologische Stellung der Tertiärschichten von Reit im Winkel, p. 163-175. — A. Leppa : Zur Lössfrage, p. 176-187.

Gotha. — Dr A. Petermanns Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt.

Vol. XXXVI, 1890, n^{os} 1-3.

Konst. Mitzopoulos : Die Erdbeben in Griechenland und der Türkei im Jahre 1889, p. 56-57.

Ergänzungsheft, n^o 97.

Hambourg. — Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften herausg. vom naturw. Verein in Hamburg.

Vol. XI, n^o 1, 1889.

Stuttgart. — Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

1890. Vol. I, n^o 2.

Oscar Fraas : Friedrich August Quenstedt, Nekrolog, p. 1-7. — G. Gürich : Geologisch-mineralogische Mittheilungen aus Südwest-Afrika, p. 103-117. — C. Doelter : Ueber die künstliche Darstellung und die chemische Constitution einiger Zeolithe, p. 118-139. — M. Neumayr : Kritische Bemerkungen über die Verbreitung des Jura, p. 140-160. — R. Fuess : Ein neuer Erhitzungsapparat für das Reflexionsgoniometer, p. 161-165. — A. Penck : Ueber Durchbruchthäler, p. 163-166. — E. Hussak : Ueber Leucit-Pseudokrystalle im Phonolit (Tinguait) der Serra de Tinguá, Estado Rio de Janeiro, Brazil, p. 166-169. — J. v. Siemiradzki : Kritische Bemerkungen über neue oder wenig bekannte Ammoniten aus dem Braunen Jura von Popielany in Lithauen, p. 169-183. — F. v. Sandberger : Synonymie einiger devonischen Versteinerungen, p. 183-184. — Nathorst : Ueber die Entdeckung des älteren baltischen Eisstroms, p. 184-186. — H. Traube : Ueber pleochroitische Höfe im Turmalin, p. 186-188. — S. Nikitin : Ueber Parabelknoten bei den Ammoniten, p. 188-190. — F. Kinkel : Das Alluvium (Altalluvium) oder Pliocän in der Raunheimer Schleuse, p. 190-192. — J. E. Wolff : Ueber Theralit, p. 192-193. — F. Rinne : Ueber optische Eigenschaften des Eisenglimmers, p. 193-194.

Australie. — Melbourne. — The Gold-Fields of Victoria. Reports of the Mining Registrars for the quarter ended 30th sept. 1889.

— Victorian Water Supply. Carte.

Sydney. — New-South-Wales Annual Report of the Department of Mines for the year 1888. 1889.

— Journal and Proceedings of the Royal Society of New-South-Wales.

Vol. XXIII, 1^{re} partie, 1889.

H. C. Russel: Source of the Underground Water in the Western Districts, p. 57-63.
— F. W. Hutton: Eruptive Rocks of New Zealand, p. 102-156, pl. VIII.

— Catalogue of the Scientific Books in the Library of the Royal Society of New South Wales, Part I, 1889.

Autriche-Hongrie. — Vienne. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe.

1^{te} Abtheilung (série verte). Vol. XCVII, nos 6-10, 1888-89.

L. Szajnoch: Ueber fossile Pflanzenreste aus Cacheuta in der Argentinischen Republik, p. 219-244, 2 pl. 1 tabl. — F. Katzer: Spongenschichten im mittelböhmisches Devon (Hereyn), p. 300-310, 1 pl. — C. Diener: Geologische Studien im südwestlichen Graubünden, p. 606-650, 4 pl.

Id. Vol. XCVIII, nos 1-2, 1889.

M. Neumayr: Ueber die Herkunft der Unioniden, p. 5-27, 3 pl. — A. Rodler: Bericht über eine geologische Reise im westlichen Persien, p. 28-39. — C. Diener: Zum Gebirgsbau der « Centralmasse des Wallis, » p. 78-96, 2 pl. — K. Pettersen: In anstehenden Fels eingeschnittene Strandlinien, p. 97-109, 1 carte. — G. Bukowski: Grundzüge des geologischen Baues der Insel Rhodus, p. 208-272, 1 carte.

Abtheilung II a. (série jaune). Vol. XCVII, nos 9-10. Vol. XCVIII, nos 1-3.

Abtheilung II b. (série grise). Vol. XCII, nos 8-10. Vol. XCVIII, nos 1-3.

— Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften. Vol. LV, 1889.

Toula: Geologische Untersuchungen im centralen Balkan, p. 1-108, 1 carte, 1 pl. de coupes, 8 pl. paléont., 49 fig. — Weithofer: Die fossilen Hyänen des Arnothals, p. 337-360, 4 pl.

— Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch. Vol. XXXVII, n° 4, 1889. Vol. XXXVIII, n° 1, 1890.

A. Zdráhal: Die k. k. Silber- und Bleihütte zu Příbram, p. 1-86, pl. I-XII. — Eug. Luschin Ritter von Ebengreuth: Asbest, dessen Vorkommen und Verarbeitung in Oesterreich-Ungarn, p. 87-128.

— Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1889, n° 18.

R. Hoernes: Diabas von Lebring bei Wildon und von Kaindorf bei Leibnitz, p. 340-341.

1890, nos 1-5.

A. Cathrein: Ueber den sogenannten Augitporphyr von Ehrwald, p. 1-9. — M. Vacek: Ueber die krystallinische Umrandung des Grazer Beckens, p. 9-20. — D. Stur: Jahresbericht, p. 29-62. — D. Stur: Prof. Dr. Melchior Neumayr, p. 63-64. — V. Gümbel: Lithiotis problematica Gümb. eine Muschel, p. 64-67. — R. Hoernes:

Zur Geologie Untersteiermarks, IV, V, p. 67-70, p. 81-87. — E. Döll : Der Meteorfall im Jeliza-Gebirge in Serbien am 1. Dec. 1889, p. 70-77. — E. Tietze : Die Gegend von Olmütz, p. 77-79. — A. Schrauf : Victor Ritter von Zepharovich, p. 106-107. — A. Rzehak : Die Conchylienfauna des diluvialen Kalktuffes von Tutschin in Mähren, p. 107. — J. Procházka : Ueber das Auffinden von *Rhinoceros tichorinus*-Resten, p. 107-109. — E. Döll : Ueber den Meteoriten von Ochansk, 109-110. — H. B. v. Foullon : Ueber krystallinische Gesteine aus dem Baba-Dagh, p. 110-113. — C. v. Camerlander : Zur Geologie des Niederen Gesenkes, p. 113-114. — L. Szajnoch : Ueber eine cenomane Fauna aus den Karpathen der Bukowina, p. 87-90. — A. Pichler : Zur Geologie von Tirol, p. 91-95. — L. v. Tausch : Ueber eine tertiäre Süßwasserablagerung bei Wolfsberg im Lavantthale (Kärnten) und deren Fauna, p. 95.

— Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt.

Vol. XXXIX, nos 3-4, 1889.

D. Stur : Eine flüchtige, die Inoceramen-Schichten des Wiener Sandsteins betreffende Studienreise nach Italien, p. 439-450. — J. von Siemiradzki : Beitrag zur Kenntniss des nordischen Diluviums auf der polnisch-lithauischen Ebene, p. 451-462. — D. Stur : Geologisches Gutachten in Angelegenheit der Entziehung des Wassers aus den Brunnen der Ortschaft Brunn am Erlaf bei Pöchlarn, p. 463-472. — C. von John : Ueber den Moldavit oder Bouteillenstein von Randomilic in Böhmen, p. 473-476. — J. Blaas : Ueber sogenannte interglaciale Profile, 477-482. — A. Bittner : Die Trias von Eberstein und Pölling in Kärnten, p. 483-488. — Fr. Frech : Ueber die Korallenfaunen der nordalpinen Trias, p. 489-496. — G. Geyer : Beiträge zur Geologie der Mürzthaler Kalkalpen und des Wiener Schneeberges, p. 497-784, pl. XIII.

— Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.

Vol. XIII, n° 1, 1889.

G. Stache : Die Liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte, I, 170 p. 1 carte, 8 pl.

Vol. XV, n° 1, 1889.

G. Geyer : Ueber die liasischen Brachiopoden des Hierlatz bei Hallstatt, 88 p., 9 pl.

— Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums. Vol. IV, n° 4, 1890.

— Mittheilungen der Section für Naturkunde des Oesterreichischen Touristen-Club, in-4°, 1^{re} année, 1889.

F. Karrer : Die Bau-Gesteine des neuen k. k. Hofburgtheaters, p. 22-24. — E. Kittl : Die Gletscher unserer Alpen, p. 26-27, 94-96. — R. Daublebsky Ritter von Sterneck : Ueber die Eislöcher von Eppan in Tirol, p. 44-49. — Fr. Krasser : Ueber den versteinerten Wald bei Kairo, p. 65-68. — Carl Siegmeth : Die Aggteleker Höhle und deren Durchbruch, p. 70-73. — J. Dreger : Ueber die Entstehung der Gebirge, p. 73-76. — C. Schwippel : Die geologischen Landesaufnahmen in Europa, p. 85-89.

— Buda-Pesth. — Földtani Közlöny (Geologische Mittheilungen). En hongrois avec résumés ou traductions en allemand ou en français. Vol. XIX, nos 7-12, juill.-déc. 1889 :

J. Szádeczky : Petrographische und geologische Verhältnisse des centralen Theils der Tokaj-Eperjeser Gebirgskette in der Umgebung von Pusztafalu, p. 289-298, 1 carte. — M. Staub : *Sabal major* Ung. sp. aus dem Marosthale, p. 299-302. —

Fr. Schafarzik : Steinsalzkrystalle von Vizakna, p. 303. — B. v. Inkey : Sur le progrès des recherches géologiques en Roumanie, p. 365-372. — J. Szádeczky : Petrographische und geologische Verhältnisse des centralen Theiles der Tokaj-Eperjeser Gebirgskette in der Umgebung von Pusztafalu (fin), p. 372-383. — J. Jankó : Zur Geologie Egyptens, p. 383-389. — J. Szádeczky : Rhyolithspuren in Schweden, p. 437-447. — F. Schafarzik : Ueber einige seltenere Gesteinseinschlüsse in ungarischen Trachyten, p. 447-453. — P. Hegedüs : Der Stefansgang und seine Nebenkluft, p. 453-457. — M. Staub : Kleinere phytopaläontologische Mittheilungen, p. 457-460.

— Zweiter Nachtrag zum Katalog der Bibliothek und allg. Kartensammlung der kgl. Ung. geol. Anst. 1886-88.

— Erläuterungen zur geologischen Specialkarte der Länder der Ung. Krone. En hongrois et en allemand.

Ant. Koch : Umgebungen von Alparét.

Vol. XX, n^{os} 1-3. Janv.-mars 1890.

F. Schafarzik : Daten zur Geologie des Bakony, p. 1-4. — J. Szádeczky : Beiträge zur geologischen Beschaffenheit der Umgebung von Munkács, p. 5-11. — M. Staub : Beiträge zur fossilen Flora der Umgebung von Munkács, p. 12-16. — L. Cseh : Ueber das geologische Profil des Schemnitzer Kaiser-Franciscei Erbstollens, p. 17-19, 1 pl. — Jankó jun. : Zur Geologie des Djebel-Bu-Kurnein in Tunis, p. 20-27. — G. Téglás : Kurze Uebersicht der in der Zone des siebenbürgischen Erzgebirges von Zám bis zum Ompolythale erforschten Höhlen, p. 28-33.

— Mittheilungen aus dem Jahrbuche der kön. ungarischen geologischen Anstalt. Vol. VIII, n^o 7, 1889.

M. Kispatič : Ueber Serpentine und Serpentin-ähnliche Gesteine aus der Fruska-Gora (Syrmien), p. 197-289.

— A Magyar kir. földtani intézet Evkönyve. Vol. IX, n^o 1, 1890.

Martiny István : A Szentháromság-Aknai Mélymívelés Vihnyén, p. 1-17. — Botár Gyula : Az ó-antaltárnai ede-reményvágat geologiai Szerkezete, p. 18-26. — Pelachy Ferencz : Nador Koronakerczeg-Tárna geologiai Szelvényéhez, p. 27-31.

Cracovie. — Bulletin international des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année 1889. Décembre.

A. Rehman : Das untere Flussgebiet des San, p. XVII-XVIII. — Wl. Szajnocha : Ueber den Contact des Porphyrs mit dem Kohlenkalke oberhalb Dubie bei Krzeszowice im Krakauer Gebiete, p. XXI-XXII. — Id. : Ueber ein fossiles Elenskelest aus der Höhle bei Jaszczwiowka in der Tatra, p. XXII-XXIII.

Id. 1890. Janvier.

F. Kreutz : Graphit im granitartigen Gestein von Jósefówka und Samezyk in Volhynien, p. 22-26. — M. Raciborski : Flore fossile des argiles plastiques dans les environs de Cracovie, I. Filicinées, Equisétacées, p. 31-44.

Id. Février.

T. Wiśniowski : Faune microscopique des marnes à *Cosmoceras ornatum* dans les environs de Cracovie : Foraminifères du callovien supérieur de Grojec, p. 63-67.

Id. Mars.

Prague. — Sitzungsberichte der kön. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften. Mathem.-naturw. Classe, 1889. Vol. I.

Ott. Feistmantel : Nerosty a užitečné horniny Východní Indie Britské, p. 43-84.

Id. — Ueber die jetzt ältesten dikotyledonen Pflanzen der Potomac-Formation in N. Amerika, mit brieflichen Mittheilungen von Prof. Wm. M. Fontaine, p. 257-268.

— Id. : Einige Zusätze und Correcturen zum Aufsätze « Ueber die geolog. und paläontolog. Verhältnisse des Gondwana-Systems in Tasmanien, » p. 268-270. —

Id. : Vorläufiger Bericht über fossile Pflanzen aus den Stormbergsschichten in Süd-Afrika, p. 375-377. — J. Kafka : Die diluvialen Murmelthiere in Böhmen, p. 195-207.

— Zahálka : Camerospongia monostoma, Röm sp. českého útvaru křídového, p. 88-90, 1 pl.

Belgique. — Bruxelles. — Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.

3^e année. Tome III. Fasc. 5, 6.

Procès-verbaux.

A. Rutot : Le puits artésien de la place des Nations à Bruxelles, p. 311-315. —

J. Lorie : Les deux derniers forages d'Amsterdam, p. 320-322. — H. van Cappelle jr : Les escarpements du Gaasterland, sur la côte méridionale de la Frise, p. 322-324.

A. Rutot : Découverte d'un bois de Renne dans le Quaternaire des environs de Hougaerde, p. 336-337. — T. C. Winkler : Note sur la source ferrugineuse du Haarlemmermeer, p. 349-352. — F. Löwinson-Lessing : Note sur la structure des roches éruptives, p. 393-398. — E. Dupont : Les aspects physiques et la géologie du Congo, p. 398-403. — E. Van den Brœck : Les cailloux oolithiques des graviers tertiaires des hauts plateaux de la Meuse, p. 404-411. — Id. : Sur les baromètres du système Goulier, p. 412-413. — A. Rutot : Constitution géologique des collines d'Esschene et d'Hekelghem, entre Assche et Alost, p. 413-414. — L. Dollo : Première note sur les Siréniens de Boom (résumé), p. 415-421. — A. F. Renard : La constitution géologique des Iles Nömmelö et Karmö et de la région voisine, d'après Hans Reusch, p. 439-451.

— Id. : Sur les baromètres du système Goulier, p. 412-413. — A. Rutot : Constitution géologique des collines d'Esschene et d'Hekelghem, entre Assche et Alost, p. 413-414. — L. Dollo : Première note sur les Siréniens de Boom (résumé), p. 415-421. — A. F. Renard : La constitution géologique des Iles Nömmelö et Karmö et de la région voisine, d'après Hans Reusch, p. 439-451.

— Id. : Sur les baromètres du système Goulier, p. 412-413. — A. Rutot : Constitution géologique des collines d'Esschene et d'Hekelghem, entre Assche et Alost, p. 413-414. — L. Dollo : Première note sur les Siréniens de Boom (résumé), p. 415-421. — A. F. Renard : La constitution géologique des Iles Nömmelö et Karmö et de la région voisine, d'après Hans Reusch, p. 439-451.

— Id. : Sur les baromètres du système Goulier, p. 412-413. — A. Rutot : Constitution géologique des collines d'Esschene et d'Hekelghem, entre Assche et Alost, p. 413-414. — L. Dollo : Première note sur les Siréniens de Boom (résumé), p. 415-421. — A. F. Renard : La constitution géologique des Iles Nömmelö et Karmö et de la région voisine, d'après Hans Reusch, p. 439-451.

— Id. : Sur les baromètres du système Goulier, p. 412-413. — A. Rutot : Constitution géologique des collines d'Esschene et d'Hekelghem, entre Assche et Alost, p. 413-414. — L. Dollo : Première note sur les Siréniens de Boom (résumé), p. 415-421. — A. F. Renard : La constitution géologique des Iles Nömmelö et Karmö et de la région voisine, d'après Hans Reusch, p. 439-451.

— Id. : Sur les baromètres du système Goulier, p. 412-413. — A. Rutot : Constitution géologique des collines d'Esschene et d'Hekelghem, entre Assche et Alost, p. 413-414. — L. Dollo : Première note sur les Siréniens de Boom (résumé), p. 415-421. — A. F. Renard : La constitution géologique des Iles Nömmelö et Karmö et de la région voisine, d'après Hans Reusch, p. 439-451.

Mémoires.

A. Rutot et E. Van den Brœck : Les puits artésiens de Vilvorde (suite), p. 218-221. — H. Van Capelle jr : Les escarpements du « Gaasterland » sur la côte méridionale de la Frise. Contribution à la connaissance du Quaternaire des Pays-Bas, p. 222-253. — George Jennings Hinde : On the Nature of some Fragments of Siliceous Rock from the Boulderclay of the « Roodklif » (Red Clif) on the southern border of the province of Friesland, p. 254-258, pl. V. — C. Klement : Les puits artésiens de Willebreck, p. 259-270. — Louis Dollo : Première note sur les Mosasauriens de Mesvin, p. 271-304, pl. VI-VII. — Ed. Pergens : Révision des Bryozoaires du Crétacé figurés par d'Orbigny, 1^{re} partie, Cyclostomata, p. 305-400, pl. VIII-XIII. — Mayer-Eymar : Diagnoses d'Huitres nouvelles des terrains nummulitiques d'Égypte, p. 401-408.

— Id. : Sur les baromètres du système Goulier, p. 412-413. — A. Rutot : Constitution géologique des collines d'Esschene et d'Hekelghem, entre Assche et Alost, p. 413-414. — L. Dollo : Première note sur les Siréniens de Boom (résumé), p. 415-421. — A. F. Renard : La constitution géologique des Iles Nömmelö et Karmö et de la région voisine, d'après Hans Reusch, p. 439-451.

— Id. : Sur les baromètres du système Goulier, p. 412-413. — A. Rutot : Constitution géologique des collines d'Esschene et d'Hekelghem, entre Assche et Alost, p. 413-414. — L. Dollo : Première note sur les Siréniens de Boom (résumé), p. 415-421. — A. F. Renard : La constitution géologique des Iles Nömmelö et Karmö et de la région voisine, d'après Hans Reusch, p. 439-451.

— Id. : Sur les baromètres du système Goulier, p. 412-413. — A. Rutot : Constitution géologique des collines d'Esschene et d'Hekelghem, entre Assche et Alost, p. 413-414. — L. Dollo : Première note sur les Siréniens de Boom (résumé), p. 415-421. — A. F. Renard : La constitution géologique des Iles Nömmelö et Karmö et de la région voisine, d'après Hans Reusch, p. 439-451.

— Id. : Sur les baromètres du système Goulier, p. 412-413. — A. Rutot : Constitution géologique des collines d'Esschene et d'Hekelghem, entre Assche et Alost, p. 413-414. — L. Dollo : Première note sur les Siréniens de Boom (résumé), p. 415-421. — A. F. Renard : La constitution géologique des Iles Nömmelö et Karmö et de la région voisine, d'après Hans Reusch, p. 439-451.

— Id. : Sur les baromètres du système Goulier, p. 412-413. — A. Rutot : Constitution géologique des collines d'Esschene et d'Hekelghem, entre Assche et Alost, p. 413-414. — L. Dollo : Première note sur les Siréniens de Boom (résumé), p. 415-421. — A. F. Renard : La constitution géologique des Iles Nömmelö et Karmö et de la région voisine, d'après Hans Reusch, p. 439-451.

Traductions et reproductions.

J. Gosselet : Leçons sur les gites de phosphore de chaux du Nord de la France,

p. 1-16. — Anonyme : Phosphates de chaux. Les nouveaux gisements de la Hesbaye, p. 17-23. — Garrigou : Rapports entre les eaux thermo-minérales et les terrains géologiques, p. 24-32.

— Procès-verbaux des séances de la Société royale malacologique de Belgique. Tome XVIII. Année 1889.

Daimeries : Notes ichthyologiques, p. V-X, CXXI-CXXIII. — Mourlon : Sur le Ledien des environs de Renaix, p. X-XVII. — Pergens : Notes succinctes sur les Bryozoaires, p. XXIII-XXXIV, LXV-LXX. — Mourlon : Sur la découverte d'ossements dans les dépôts quaternaires diluviens de Saint-Gilles (Bruxelles), p. XXXV-XXXVIII. — Id. : Sur la découverte à Ixelles, d'un ossuaire de Mammifères, antérieur au Diluvium, et sur l'existence de l'Homme tertiaire dans le Hainaut, p. LX-LXV. — Raeymaekers : Note sur un nouveau gîte diestien fossilifère-près de Teruieren, p. CXIV-CXVI.

— Annales de la Société. — Tome XXIII. Année 1888.

G. Dewalque : François-Léopold Cornet. Notice bibliographique, p. V-XXI. — Cossmann : Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'Eocène des environs de Paris. 3^e fasc., p. 1-324, pl. I-XII. — Briart : Sur le genre *Trigonia* et description de deux trigonies nouvelles des terrains supra-crétacés de Maestricht et de Ciply, p. 325-339, pl. XIII. — G. F. Mattheur : Sur le développement des premiers trilobites, p. 351-362.

Liège. — Annales de la Société géologique de Belgique.

Tome XVI, 1^{re} livr., juill. 1889.

Bulletin.

De La Vallée-Poussin : Etude sur les dépôts gypseux et gypso-salifériens, par M. Briart, p. XXII-XXVII. — V. Dormal : Sur quelques dépôts sableux de la Hesbaye, p. XXIX-XLII. — Lohest : De la découverte d'espèces américaines de Poissons fossiles dans le Dévonien supérieur de la Belgique, p. LVII-LVIII.

Mémoires.

Stainier : Etude géologique des gisements de phosphate de chaux du Cambrésis, p. 3-19. — Fraipont : Sur les affinités des genres *Favosites*, *Emmonsia*, *Pleurodictyum* et *Michelinia*, p. 20-32, pl. I. — Malherbe : Etude sur la stratigraphie souterraine de la partie nord-ouest de la province de Liège, p. 33-61, pl. II-III. — Briart : Etude sur les dépôts gypseux et gypso-salifériens. p. 62-138. — G. Cesàro : Reproduction de la *Nadorite*, p. 139-147. — Id. : Démonstration élémentaire de la relation qui existe entre les caractéristiques de quatre faces appartenant à la même zone et les angles que ces faces font entre elles, p. 148-150. — Lohest : De l'origine des anthracites du Calcaire carbonifère de Visé, p. 151-157. — Bayet : Note sur un faciès local du poudingue de Burnot, p. 158-162. — G. Cesàro : Les formes cristallines de la calcite de Rhisnes, p. 163-393, pl. VI-IX. — Erens : Note sur les roches cristallines recueillies dans les dépôts de transport situés dans la partie méridionale du Limbourg hollandais, p. 395-444. — Forir : Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique, IV, p. 445-459, pl. XIV.

Tome XIV, 2^e livr., juill. 1889.

Bulletin.

Laurent-Guillaume de Koninck (notice nécrologique), p. CLXXXIX-CCIV. . . .

Mémoires.

Stainier : La diabase de Malmédy, p. 213-218.

Bibliographie.

Forir : Les dépôts glaciaires des plaines basses de l'Allemagne du Nord par W. Dames, p. 3-31.

Canada. — Halifax. — Proceedings and transactions of the Nova Scotian Institute of Natural Science.

Vol. VII, n° 3.

D. Honeyman : A geological recreation in Massachussets Centre, p. 197-201. — H. S. Poole : Ice in the Carboniferous Period. p. 202-204. — D. Honeyman : Glacial Boulders of our Fisheries and Invertebrates attached and detached, p. 205-213, 2 p. — E. Gilpin : The Geology of Cape Breton, p. 214-226.

Toronto. — Proceedings of the Canadian Institute. Vol. XXV, n° 152. Oct. 1889.

William Kennedy : The Central Basin of Tennessee, a Study of Erosion, p. 64-108

— Annual Report of the Canadian Institute. Session 1888-89.

Danemarck. — Copenhagen. — Mémoires de l'Académie Royale de Copenhague. 6^e série. Classe des Sciences.

Vol. V, n^{os} 1-2.

— L'Académie Royale de Copenhague. Bulletin pour 1889, n° 2.

A. G. Nathorst : Sur la présence du genre Dictyozamites Oldham dans les couches jurassiques de Bornholm, p. 96-104, pl. V.

Espagne. — Madrid. — Anales de la Sociedad Española de Historia Natural. Vol. XVIII, n° 3, 1889.

Quiroga : Observaciones geológicas hechas en el Sáhara occidental (fin), p. 337-394, 2 pl. — Cañizares : Algunos basaltos de la costa occidental de Africa, p. 395-404.

États-Unis. — Boston. — Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences.

Vol. XXIII. (N. S. Vol. XV). n° 2, 1888.

— Proceedings of the Boston Society of Natural History, Vol. XXIV, n° 1. Mai 1888 — déc. 1888.

A. Hyatt : Evolutions of the Faunas of the Lower Lias, p. 17-30. — C. H. Hitchcock : Date of the Publication of the Report upon the Geology of Vermont, p. 33-36. — S. H. Scudder : An interesting paleozoic Cockroach Fauna at Richmond, p. 45-53. — Jules Marcou : Canadian geological classification for the Province of Quebec, p. 54-82. — Id. : On some dates of the « Report of the Geology of Vermont, » p. 83-89. — A. C. Lane : The Geology of Nahant, p. 91-95.

N° 2, Déc. 1888 — Mai 1889.

Warren Upham : Marine shells and fragments of shell in the till near Boston, p. 129-140. — Hilborne, T. Cresson : Early man in the Delaware valley, p. 141-149. — Id. : Remarks upon a chipped implement, found in modified drift, on the east fork of the White River, p. 150-151. — G. F. Wright : The age of the Philadelphia red gravel, p. 152-153. — Alpheus S. Richard : Palæontological notes, p. 209-215. — A. R. C. Selwyn : Canadian geological classification for the Province of Quebec, by Jules Marcou, p. 216-217.

Cambridge. — Annual Report of the Curator of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College to the President and Fellows of Harvard College, for 1888-89.

— Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy. Vol. XVI, n° 6. Déc. 1889.

W. M. Davis et Ch. L. Whittle : The intrusive and extrusive triassic trap sheets of the Connecticut Valley, p. 99-133, 5 pl.

N° 7, Mars 1890.

Vol. XVII, n° 6.

Vol. XIX, n° 1.

E. L. Mark : Studies on Lepidosteus, I, p. 1-127, pl. I-IX.

— Memoirs of the Museum of Comparative Zoölogy. Vol. XVII, n° 1, 1890.

Harrisburg. — Geological Survey of Pennsylvania : Annual Report of the Geological Survey of Pennsylvania for 1887, 1889.

Joseph Leidy : Notice and description of fossils in caves and crevices of the limestone rocks of Pennsylvania, p. 1-20, 2 pl. -- A. Wanner : The Discovery of fossil tracks, algae, etc., in the Triassic of York county, Pennsylvania, p. 21-35, 11 pl. — B. Smith Lyman : Report on the New Boston and Morea Coal Lands, in Schuylkill County, Pennsylvania, p. 37-91, 1 carte. — Fr. D. Chester : The State Line Serpentine and associated rocks, p. 93-105.

— Id. Miscellaneous Reports. P. 4, 1889.

J. P. Lesley : A. Dictionary of the Fossils of Pennsylvania and neighboring states named in the Reports and Catalogues of the Survey. Vol. I, A.-M. 437 (XXIX) p.

— Id. South Mountain District, D. 6.

Ambrose E. Lehmann : Topographical Map of the South Mountains in Adams, Franklin, Cumberland and York Counties, 1/19200. Feuilles C 1-4, D. 2-5.

New-Haven. — The American Journal of Science, 3^d ser. vol. XXXIX, 1890, nos 230-232.

D. White : Cretaceous Plants from Martha's Vineyard, p. 93-101, 1 pl. — C. D. Walcott : Review of Dr R. W. Ell's 2^d Report on the Geology of « Portion of the

Province of Quebec, p. 101-115. — F. A. Geuth et S. H. Penfield : Lansfordite, Nesquehonite, a new Mineral, and Pseudomorphs of Nesquehonite after Lansfordite, 121-137. — Selwyn : Tracks of organic origin in rocks of the Animikie group, p. 145-147. — James O. Dana : Sedgwick and Murchison : Cambrian and Silurian, p. 167-180. — G. M. Dawson : Cretaceous of the British Columbian Region. The Nanaimo Group, p. 180-183. — G. H. Williams : Celestite from Mineral County, West Virginia, p. 183-188. — G. J. Brush et E. S. Dana : Mineral Locality at Branchville Connecticut : 5th paper, p. 201-216. — Frank Cramer : Recent Rock-Flexure, p. 220-225. — E. Orton : Origin of the Rock Pressure of the Naturale Gas of the Trenton Limestone of Ohio and Indiana, p. 225-229. — J. C. Branner : Aeolian sandstones of Fernando de Noronho, p. 247-258. — N. H. Darton : Occurrence of Basalt Dikes in the Upper Paleozoic series in central Appalachian Virginia, p. 269-271. — W. F. Hillebrand et E. S. Dana : Additional Notes on the Tyrolite of Utah, p. 271-273. — W. S. Bayley : Origin of the Soda-Granite and Quartz-Keratophyre of Pigeon Point, p. 273-280. — J. B. Mackintosh : Occurrence of Polycrase, or of an allied species, in both North and South Carolina, p. 302-306. — R. S. Tarr : Origin of some Topographic Features of Central Texas, p. 306-311.

New-York. — Transactions of the New-York Academy of Sciences. Vol. VIII, 1888-89, nos 5-8.

Alph. Hyatt : Modes of Evolution in Fossil Shells, p. 114-115. — John H. Furman : The Tin-deposits of North-Carolina, p. 136-151, 2 pl. — G. F. Kunz : American Ambers, with other Mineralogical Notes, p. 158-160. — Id. : The Precious and Ornamental Stones of North America (collection prepared for the Paris Exposition), p. 160-163. — N. L. Brisson : Remarks on recent discoveries in local cretaceous and quaternary Geology, p. 177-181. — W. E. Hidden : Yttrium Minerals from Llano Co. Texas, p. 185. — A. R. Ledoux : The Pipebreek Meteorite, p. 186-187.

Philadelphie. — Proceedings of the American Philosophical Society:

Vol. XXVI. J.-déc. 1889, n° 130.

E. D. Cope : A. Review of the North American Species of Hippotherium, p. 429-458, 3 pl. — Id. : An Outline of the Philosophy of Evolution, p. 495-505.

— Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Part II. May-September. 1889.

J. T. Rothrock : The Sand-Dunes of Lewes, Del. p. 134-135. — E. Goldsmith : Gadolinite from Llano Co., Texas, p. 164-165. — J. M. Safford a. A. W. Vogdes : Description of new species of fossil Crustacea from the Lower Silurian of Tennessee, p. 166-168. — G. A. Koenig : Chloanthite, Nicolite, De Saulesite, Annabergite, Tephrowillemite and Aquatite from Franklin, N. J., p. 184-188. — W. B. Scott : Notes on the osteology and systematic position of Dinictis felina, Leidy, p. 211-244. — Ch. R. Keyes : Lower Carbonic Gasteropoda from Burlington, Iowa, p. 284-298. — Id. : The American Species of Polyphemopsis, p. 299-302. — Id. : Sphaerodoma : a genus of fossil Gasteropoda, p. 303-304.

— Transactions of the Wagner Free Institute of Science of Philadelphia. Vol. II. Déc. 1889, 10 pl.

Jos. Leidy : Notice of some fossil human bones, p. 9-12. — Id. : Description of mammalian remains from a rock crevice, p. 13-17. — Id. : Description of Vertebrate remains of Peace Creek, Florida, p. 19-31. — Id. : Notice of some Mammalian remains from the Salt Mine of Petite Anse, Louisiana, p. 33-40. — Id. : On *Platygonus*, an extinct genus allied to the peccaries, p. 44-50. — Id. : Remarks of the nature of organic remains, p. 51-53.

Washington. — Smithsonian Institution. U. S. National Museum 1889.

Ch. D. Walcott : Descriptive notes of new genera and species from the Lower Cambrian or Olenellus Zone of North America, p. 33-46.

Topeka. — Transactions of the 20th and 21th annual meetings of the Kansas Academy of Science. (1887-88). Vol. XI. 1889.

R. Hay : Horizon of the Dacotah Lignite, p. 5-8. — E. H. S. Bailey : On the newly discovered salt beds in the Ellsworth County, Kansas, p. 8-10. — J. Savage : The Pink and White Terraces of New Zealand, p. 26-30. — F. H. Snow : On the discovery and significance of stipules in certain dicotyledonous leaves of the Dakota Rocks, p. 33-35. — R. Hay : The Geology of Kansas, p. 35-37. — E. Jameson : Geology of the Leavenworth Prospect Well, p. 37-38. — R. Hay : The Triassic Rocks of Kansas (résumé) p. 38-39. — F. H. Snow : The Logan County Nickel Mines, p. 39-42. — E. H. S. Bailey : The Composition of Kansas Coals, p. 46-49. — G. H. Fayler and C. M. Breese : Mineral Waters, p. 109-110.

Washington. — 7th annual Report of the U S. Geological Survey. 1885-86, by J. W. Powell, 1888.

Report of the Director, p. 1-44. — Administrative Reports, p. 45-154. — T. C. Chamberlin : The rock-scorings of the great ice invasions, p. 155-248, pl. VIII. — J. P. Iddings : Obsidian Cliff, Yellowstone National Park, p. 249-295, pl. IX-XVIII. — N. S. Shaler : Report on the Geology of Martha's Vineyard, p. 297-363, pl. XIX-XXIX. — R. D. Irving : On the Classification of the early Cambrian and Pre-Cambrian Formations, p. 365-454, pl. XXX-LI. — W. M. Davis : The Structure of Triassic Formation of the Connecticut Valley, p. 455-490, pl. LII. — Th. M. Chatard : Salt-making Processes in the United States, p. 491-535. — W. J. McGee : The Geology of the head of Chesapeake Bay, p. 537-646, pl. LVI-LXXI.

— Smithsonian Institution. Bureau of Ethnology. J. W. Powell, Director.

5th annual report. 1883-84. 1887.

6th annual report. 1884-85. 1888.

5 brochures diverses in-8°. 1888-89.

Grande-Bretagne. — Londres. — Proceedings of the Royal Society. Vol. XLVI. n° 284-285. 1890.

— The Quarterly Journal of the Geological Society. Vol. XLVI. 1^{re} partie, n° 181, févr. 1890.

J. C. B. Hendy : On a « Dumb Fault » or « Wash-Out » in the Pleasley and Teversall Collieries, p. 1-2. — H. Exton : Letter on the Witwatersand Gold Fields, p. 3-4. — F. A. Bather : On *Herpetocrinus Fletcheri*, p. 5. — T. Rupert Jones : On some Palaeozoic Ostracoda from North America, Wales and Ireland, p. 1-31, 4 pl. — F. M. Corpi : On the catastrophe of Kantzorick, Armenia, p. 32-35. — R. Lyddeker : On Dinosaurs from the Wealden and Sauropterygians from the Purbeck and Oxford Clay, p. 36-53, 1 pl. — G. J. Hinde : On a new genus of siliceous sponges from the Lower Calcareous Grit of Yorkshire, p. 54-61, 1 pl. — R. Lyddeker : On the Occurrence of the striped Hyaena in the Tertiary of the Val d'Arno, p. 62-65. — A. W. Stiffe : On the glaciation of parts of the valleys of the Jhelam and Sind Rivers in the Himalaya Mountains of Kashmir, p. 66-68. — R. N. Worth : On the igneous constituents of the Triassic Breccias and Conglomerates of South Devon, p. 69-83. — J. Prestwich : On the relation of the Westleson beds, or Pebbly Sands of Suffolk, to those of Norfolk, and on their extension inland. Part I. p. 84-119.

— The Geological Magazine. N. S. Dec. III. Vol. VII.

N° 2.

Eminent Living Geologists. N° 6: Prof. Archibald Geikie, p. 49-54, avec portrait. — T. G. Bonney : M. Mellard Reade's Interpretation of the Lower Trias Physiography, p. 52-55. — R. H. Traquair : On *Phlyctaenius*, a new genus of Coccosteidae, p. 55-60, 1 pl. — G. W. Lamplugh : On a new locality for the arctic fauna of the « Basement » Boulder Caly in Yorkshire, p. 61-70. — T. F. Jamieson : On the climate of the Loess Period in Central Europe and the cause which produced it, p. 70-73. — J. G. Goodchild : The Paste of Limestones, p. 73-79. — Fr. Chapman : On a Method of producing perlitic and pumiceous structures in Canada balsam, p. 79-80. — Eugène Eudes Deslongchamps, p. 95-96.

N° 3.

H. Woodward : Introductory Note on the Palæontology of Western Australia. A. H. Foord : Description of Fossils from the Kimberley District, Western Australia, p. 97-106, pl. IV, V. — C. A. M' Mahon : Notes on the Culm-measures at Bude, N. Cornwall, p. 106-116. — J. Saunders : Notes on the Geology of South Bedfordshire, p. 116-127.

N° 4.

A. H. Foord : Notes on the Palæontology of Western Australia, p. 145-155, pl. VI et VII. — T. Mellard Reade : Physiography of the Lower Trias, p. 155-157. — A. Smith Woodward : On a new species of Pycnodont Fish (*Mesodon Damoni*) from the Portland Oolite, p. 158-159. — J. W. Davis : On *Coelacanthus Phillipsii*, Ag., p. 159-161. — Al. Somervail : On the schists of the Lizird District, p. 161-168.

— Newcastle-upon-Tyne. — Transactions of the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers.

Vol. XXXVIII. N° 4, 1890.

Ch. Z. Bunning : Coal Mining at Warora, Central Provinces, East India, p. 77-169, 1 pl.

Dublin. — Proceedings of the Royal Irish Academy.

3^d ser. Vol. I, n° 2, 1889.

J. P. O'Reilly : On the Directions of the Lines of Jointing observable in the Rocks in the neighbourhood of the Bay of Dublin, p. 229-236.

— The Transactions of the Royal Irish Academy.

Vol. XXIX, 12^e partie, 1889.

Italie. — Florence. — Bolletino delle Pubblicazioni italiane ricevute per diritto di Stampa.

1890, n° 98-103.

— Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. Processi Verbali.

Vol. VI, 7 juill. 1889.

Vol VII, 17 nov., 19 janv. 1889.

Ristori : Un nuovo Crostaceo fossile del Giappone, p. 4-6. — Id. : Ancora sui depositi quaternari del Casentino, p. 6-7. — D. Pantanelli : Cupularia umbellata e Cupularia intermedia, p. 25-28.

— Palerme. — Bulletin della R. Accademia di Scienze, Lettere e Belle Arti di Palermo. Ann. V, n°s 2-6, mars-déc. 1888. 1889.

— Pise. — Atti della Società Toscana di Scienze Naturali.

Memorie. Vol. X., 1889.

G. Gioli : Fossili della oolite inferiore di S. Vigilio e di monte Grappa, p. 3-49, 1 pl. — L. Busatti : Sulla lherzolite di Rocca di Sillano e Rosignano, p. 110-121, 1 pl. — G. Gioli : Briozoi neogenici dell'isola di Pianosa nel mar Tirreno, p. 251-267, 1 pl.

Rome. — Atti della Reale Accademia dei Lincei. 286^e année, 1889. Série IV. Vol. V, n°s 9-13.

Struever : Contribuzioni alla mineralogia della valle Vigizzo, p. 183-185. — Capellini : Gli antichi confini del Golfo di Spezzia, p. 185-189.

Vol. VI, n°s 1-4.

Tacchini : Sopra il terremoto nell'Adriatico dell' 8 dicembre 1889, p. 3-6. — Agammonne : Sopra la correlazione dei terremoti con le perturbazioni magnetiche, p. 21-26. — Struever : Sulla brookite di Beura nell'Ossola, p. 77-79. — Capellini : Di un Ittiosauro e di altri importanti fossili cretacei nelle argille scagliose dell'Emilia, p. 79-80.

— Bolletino delle opere moderne straniere acquistate dalle biblioteche pubbliche governative del Regno d'Italia. Vol. IV, n° 4, 1890.

— Bolletino del R. Comitato geologico d'Italia.

Sér. II. Vol X, n°s 11, 12, 1889.

C. De Stefani : Il lago pliocenico e le ligniti di Barga nella valle del Serchio (suite et fin), p. 329-332, 1 pl. — Al. Portis : Di alcuni Gimnodonti fossili italiani, p. 332-380, 1 pl.

Id. Vol XI, n^{os} 1, 2, 1890.

S. Franchi : Anomalie della declinazione magnetica in rapporto con grandi masse serpentinosi, p. 13-14, pl. I. — B. Lotti : Ulteriori notizie sul giacimento cuprifero di Montecastelli in provincia di Pisa, p. 15-17. — H. J. Johnston-Lavis : Osservazioni geologiche lungo il tracciato del grande emissario-fognone di Napoli dalla Pietra sino a Pozzuoli, p. 18-27. — E. Clerici : La pietra di Subiaco in provincia di Roma e suo confronto col travertino, p. 27-33. — Id. : Fossili dei terreni quaternari alle falde del Gianicolo in Roma, p. 34-36. — Fr. Maugini : Sull'allumogene del Viterbese, p. 36-39.

— Bolletino della Società geologica italiana.

Vol. VIII. Fasc. 3 (1889) 1890.

G. Capellini : Sul giacimento di vertebrati fossili a Olivola nelle Alpi apuane, p. 271-273. Id. : Sulla scoperta di una caverna ossifera a monte Cucco, p. 274-278. — L. Mazzuoli : Rettifica di una citazione fatta dal sig. C. De Stefani, p. 279-280. — F. Sacco : Catalogo paleontologico del bacino terziario del Piemonte, p. 281-336. — A. Verri : Note a scritti sul pliocene umbro-sabino e sul vulganismo tirreno, p. 337-438. — A. Neviani : Contribuzioni alla geologia del Catanzarese, p. 439-454. — G. Ristori : Il bacino pliocenico del Mugello, p. 455-489. — R. Melli : Sopra i resti fossili di un grande avvoltoio racchiuso nei peperini laziali, p. 490-544.

Turin. — Atti della R. Accademia delle Scienze [di Torino]. Vol. XXV. n^{os} 1-7, 1889-90.

Inde anglaise. — Calcutta. — Records of the Geological Survey of India. Vol. XXIII, n^o 4, 1890.

Annual Report, p. 1-13. — Tom D. La Touche : Report on the Lakadong Coalfield, Junta Hills, p. 14-16. — R. Lyddeker : On the pectoral and pelvic girdles and skull of the Indian Dicyonodons, p. 17-19. — id. : Note on certain vertebrate remains from the Nagpur District, p. 20-23. — C. S. Middlemiss : Crystalline and metamorphic rocks of the Lower Himalaya, p. 24-38. — W. Waagen : Note on the Bivalves of the Olive-group, Salt-range, p. 39-41. — Ph. Lake : Notes on the mudbanks of the Travancore coast, p. 42-48.

Japon. — Tokyo. — Geological Survey of Japan. 1889.

Cartes géologiques. 1/200000. Feuilles : Nikko, Kitsuregawa, Toyohashi, Sado, Yokkaichi.

Mexique. — Mexico. — Memorias de la Sociedad científica « Antonio Alzate ». Vol. III. n^{os} 1, 2, 3. 1889.

L. Darapski : La atacamita de Chile, p. 69-88.

Pays-Bas. — Harlem. — Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Tome XXIV, 1^{re} livr., 1890.

Portugal. — Lisbonne. — Communicações da Commissão dos Trabalhos Geologicos de Portugal. Vol. II. Fasc. 1, 1889.

F. Paula e Oliveira : Note sur les ossements humains existants dans le musée de la Commission des travaux géologiques, p. 1-13. — A. Ben-Saude : Note sur une météorite ferrique trouvée à S. Julião de Moreira, près de Ponte de Lima (Portugal), p. 14-26, 2 pl. — Welwitsch : Quelques notes sur la géologie d'Angola coordonnées et annotées par Paul Choffat, p. 27-44, 4 pl. — J. F. Nery Delgado : Reconhecimento scientifico dos jazigos de marmore e de alabastro de Santo Adrião e das grutas comprehendidas nos mesmos jazigos, p. 43-56, 3 pl. — F. Paula e Oliveira (mémoire posthume) : Nouvelles fouilles faites dans les kioekkenmoeddings de la vallée du Tage, p. 57-81. — Id. : Antiquités préhistoriques et romaines des environs de Cascaes, p. 82-108, 3 pl. — Id. : Caracteres descriptivos dos crancos da Cesareda, p. 109-118. — A. Ben-Saude : Notice sur quelques objets préhistoriques du Portugal fabriqués en cuivre, p. 119-124. — Ch. Schlumberger (trad.) : Nota ácerca dos foraminiferos fosseis da provincia de Angola, p. 125-128.

Roumanie. — Jassy. — Le Bulletin de la Société des Médecins et des Naturalistes de Jassy. 3^e année. Vol. III. n^{os} 3, 4. 1889.

Russie. — Moscou. — Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. Année 1889. n^o 2.

— Nouveaux Mémoires de la. — Tome XV, n^o 6, 1889.

Saint-Petersbourg. — Revue des Sciences naturelles, publiée par la Société des Naturalistes à Saint-Petersbourg, sous la rédaction de Ph. Owsjannikow (mémoires originaux en russe, analyses d'ouvrages en français). 1890, n^o 4.

Suède. — Stockholm. — Geologiska föreningsens i Stockholm förhandlingar. Vol. XI, 1889.

E. Svedmark : Meteoror iakttagna inom Sverige år 1888, p. 17-21, 119-122. — S. F. Mörstedt : Om förekomst of grufgas, metylväte, i Norra Sundsgrufvan vid Gammelkroppa i Vermland, p. 22-24. — Axel Hamberg : Mineralogische Studien, p. 25-32, 212-237. — N. O. Holst : Om en mäktig kvartsit, yngre än olenus-skiffer, p. 33-35. — L. J. Jgelström : Mineralogiska meddelanden, p. 36, 209-211, 389-397. — A. E. Törnebohm : Några notiser från en geologisk resa i Telemarken, p. 46-62. — B. Lundgren : Om Kritfauna vid Tormarp i Halland och de halländska kritbildningarnes förhållande till öfriga svenska, p. 63-72. — E. Erdmann : Huru böra kartblads-serier lämpligast förvaras och anordnas för enskildt bruk? p. 73-76. — E. Svedmark : Meddelanden om jordstötter i Sverige, p. 77-86, 417-424. — N. O. Holst : Bidrag till frågan om tiden för våra subfossila oxarters utdöende, p. 87-92, 2 pl. — P. W. Strandmark : Om jökelellivar och rullstensåsar, p. 93-111. — A. G. Högbom : Om kvartsit-sparagmitområdet mellan Storsjön i Jemtland och Riksgränsen söder om Rogen, p. 123-170, 1 pl. — G. Lindström : Ytterligare om wismutmineralen från Gladhammar, p. 171-172. — B. Lotti : G. Meneghini, p. 173-174. — O. Gumbelius : Några anmärkningar med anledning of P. W. Strandmarks åsteori, p. 191-204. — G. De Geer : Om förekomsten of Rissoa parva Da Costa på Åland, p. 205-208. — O. Gumbelius : Meddelanden från Kantorp, p. 248-262. — A. G. Högbom : Om relationen mellan kalcium- och magnesiumkarbonat i de kvartära aflagringarna, p. 263-273, 1 pl.

— H. Munthe: Iakttagelser öfver qvartära aflagringar på Bornholm, p. 274-287. — S. L. Törnquist: Några anmärkningar om vestra Europas kambriska och siluriska korologi, p. 299-339. — P. W. Strandmark: Ytterligare om jökelelfvar och rullstensåsar, p. 340-368. — M. Stolpe: Om orsakerna till rullstensåsars uppkomst, p. 369-388. — C. W. Blomstrand: Om några svenska monaziter, p. 379-388. — A. G. Nathorst: Naturfenomenen iakttagget den 15 augusti 1889 i Loftahammars socken, Kalmar län, p. 403-406. — E. Svedmark: Bergshandteringen i Sverige år 1888, p. 407-416. — C. A. Hansson: Om några « häcklor » eller « lerhorn » från norra Bohuslän, p. 425-427.

Suisse. — Genève. — Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.

Tome XXX. 2^e partie. 1890.

J. Brun et J. Tempère: Diatomées fossiles du Japon. 75 p. 9 pl.

— Mémoires de la Société paléontologique suisse. Vol. XVI. 1889.

Koby: Monographie des polypiers jurassiques de la Suisse. 9^e partie, p. 457-582, pl. CXXI-CXXX. — H. Gollié et M. Lugeon: Note sur quelques Chéloniens nouveaux de la Mollasse langhienne de Lausanne, 24 p. 13 pl. — H. Haas: Kritische Beiträge zur Kenntniss der jurassischen Brachiopodenfauna des schweizerischen Jura gebirges und seiner angrenzenden Landestheile. 1^{re} partie, 35 p. 2 pl. — P. de Loriol: Etude sur les Mollusques des couches coralligènes inférieures du Jura Bernois. 1^{re} partie, 79 p. 9 pl.

— Lausanne. — Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles. 3^e série, Vol. XXV, n^o 100.

Renevier: Philippe de la Harpe, sa vie et ses travaux scientifiques, p. 1-16. — H. Schardt: Etude de quelques dépôts quaternaires fossilifères, p. 79-98. 2 pl.

Du 28 Avril au 16 Juin 1890

1^o NON PÉRIODIQUES.

Bayley, W. S. — The origin of the Soda-Granite and Quartz-Keratophyre of Pigeon Point (Extr. Americ. Journ. Science. Vol. XXXIX, p. 273-280).

Canal interocéanique de Panama. — Commission d'études instituée par le Liquidateur de la Compagnie universelle. Rapports: Rapport général. — Rapport technique sur le canal à écluses. — Ports de Colon et de Panama. — Description géologique des terrains traversés par le canal. 4 brochures (Don de M. Chaper).

Cappellini, Giovanni. — Ichthyosaurus campylodon e tronchi di
XVIII Supplément au Bulletin de la Soc. Géol. de France. e

Cicadee nelle argille scagliose dell' Emilia, 24 p., 2 pl. (Extr. Mem. della R. Accad. delle Scienze dell' Istituto di Bologna, sér. IV, vol. X, 1890).

Choffat, Paul. — Espagne et Portugal (Extr. de l'Annuaire géologique universel, 1888).

Cossmann. — Gastéropodes (Extr. des T. IV et V de l'Annuaire géologique universel).

Darton a. J. S. Diller. — On the occurrence of Basalt Dikes in the Upper Paleozoic Series in Central Appalachian Virginia, with notes on the Petrography. (Extr. Amer. Journ. Science. Vol. XXXIX, 1890, p. 269-271.

Delgado, J. F. N. — Relaterio ácerca da decima sessão do Congresso internacional de anthropologia e archeologia prehistoricas. In-4º, 46 p. Lisboa, 1890.

Diller, J. S. — Mineralogical Notes (Extr. Amer. Journ. Science. Vol. XXXVII, 1889, p. 216-220).

Id. — Native Gold in Calcite (id. p. 160).

Id. — Geology of the Lassen Peak District (Extr. 8th ann. Rept U. S. geol. Survéy, p. 395-432, pl. XLVI-LI, 1889).

Id. — Sandstone Dikes (Extr. Bull. geol. Soc. of Amer. Vol. I, p. 411-442, pl. VI-VIII, 1890).

Dollfus, G. et G. Ramond. — Le chemin de fer des Moulineaux. Paris, 1890, 11 p., 1 pl.

Fornasini, Carlo. — Contributo alla conoscenza della microfauna terziaria italiana. Lagenidi pliocenici del Cantanzarese, 12 p., 1 pl. (Extr. Mem. della R. Accad. delle Scienze dell' Istituto di Bologna, sér. IV, vol. X, 1890).

Frossard, Ch.-L. — Pouzac. Etude minéralogique et géologique. Bagnères, 1888, 44 p.

Gioli, G. — Sopra alcuni resti di *Rhinoceros etruscus*, Falc. rinvenuti a Prata presso Massa Marittima (Extr. de Proc. verb. Soc. Tosc. Scienze Nat. 3 mars 1890, 2 p.).

Gosselet, J. — Considérations sur le bief à silex de l'Artois. — Les demoiselles de Lihus (Extr. des Annales de la Soc. géologique du Nord).

Gümbel, Dr. von... — Die mineralogisch-geologische Beschaf-

fenheit der auf der Forschungsreise S. M. S. « Gazelle » gesammelten Meeresgrund-Ablagerungen, 48 p. in-4^o.

Jacquot et Willm. — Révision de l'Annuaire des eaux minérales de France. — Notices géologiques et analyses chimiques. Sources de Carcanières et Usson, Ax, Audinac, Ussat et Aulus, Escouloubre, des Escaldas et des Graus, Olette, Canaveilles, du Vernet, Molitg, Nossa, Amélie-les-Bains, la Preste, Bagnères de Luchon, Encausse, Capvern. 4 brochures extraites du Recueil des travaux du comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire (*Don de M. Jacquot*).

Lasne, Henri. — Etude sur la solubilité des phosphates et superphosphates. Paris, 1887, 92 p.

Id. — Contribution à l'étude géologique du département de l'Indre (Extr. des Annales géologiques). Paris, 1889, 74 p., 1 carte.

Id. — Observations sur l'analyse des phosphates. — Sur le dosage du fluor dans les substances décomposables par l'acide sulfurique et en particulier dans les phosphates naturels (Extr. du Bull. de la Soc. chimique de Paris).

Id. — Sur la composition des phosphates des environs de Mons (Extr. des Ann. de la Soc. géologique du Nord).

Id. — Note sur les phosphates de Beauval et d'Orville (Extr. des Mém. de la Soc. des Ingénieurs civils).

Id. — Sur les climats dans les temps géologiques et sur la période glaciaire (Extr. de l'Annuaire de la Société météorologique de France).

Lefèvre, Th. — Note préliminaire sur les restes de Siréniens recueillis en Belgique (Extr. Zoolog. Anzeiger, n° 304, 1889, 4 p.).

Id. — A propos de la nouvelle organisation des services de la Carte géologique (Extr. Proc. Verb. Soc. R. Malac. Belg. 1^{er} mars 1890, 8 p.).

Ehlert, D.-P. — Sur la constitution du silurien dans la partie orientale du département de la Mayenne (Extr. Comptes rendus de l'Ac. des Sciences).

Id. — Notes sur les terrains paléozoïques des environs d'Eaux-Bonnes. — Sur le Dévonien des environs d'Angers (Extr. du Bull. de la Soc. géologique de France).

Id. — Brachiopodes (Extr. du T. V de l'Annuaire géologique universel).

Prestwich, J. — On the Relation of the Westleton beds, or Pebbly Sands of Suffolk to those of Norfolk, 3 parties (Extr. Quarterly Journ. Geol. Soc. Vol. XLVI, p. 84-181, pl. VII, VIII).

Rondeau, l'Abbé. — Etude sur le terrain dévonien aux environs d'Angers (Extr. des Mém. de la Soc. nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers, 1 pl.).

Sacco, F. — I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria descritti da *Luigi Bellardi*. Parte VI (Volutidae, Marginellidae, Columbelloidae), completata e condotta a termine dal—. In-4°, 76 p., 2 pl. Turin, 1890.

Saint-Lager, Dr. — La priorité des noms de plantes. Paris, 1890, 34 p.

Sokoloff, W. — Kosmischer Ursprung der Bitumina, 20 p. (Extr. Bull. Soc. impér. natur. Moscou, 1889, n° 4).

Traverso, Stefano. — Note sulla geologia e sui giacimenti argenteriferi del Sarrabus (Sardegna). In-8°, 57 p., 17 pl., 1 carte. Torino, 1890.

Vassel, Eugène. — Sur les faunes de l'isthme de Suez. Autun, 1890, 83 p.

Id. — Les dépôts bathyzoïques, 1883, 9 p.

2° PÉRIODIQUES.

France. — Paris. — Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, T. CX, nos 17 à 23.

A. F. Marion : Sur le *Gomphostrobus heterophylla*, conifère prototypique du Permien de Lodève, p. 892. — Ch. Depéret : Sur la découverte d'une Tortue de terre géante au mont Léberon, p. 915. — Er. Mallard : Sur la tridymite et la christobalite, p. 964. — A. Lacroix : Sur les zéolithes des gneiss de Cambo (Basses-Pyrénées), p. 967. — Daubrée : Expériences sur les déformations que subit l'enveloppe solide d'un sphéroïde fluide, soumis à des effets de contraction : applications possibles aux dislocations du globe terrestre, p. 983 et 1017. — A. Michel Lévy : Existence du périclote microlithique dans les andésites et les labradorites de la chaîne des Puys, p. 1007. — A. Lacroix : Sur les phénomènes de contact de la syénite éololithique de Pouzac (Hautes-Pyrénées) et sur la transformation en dipyre de la roche ophitique du même gisement, p. 1011. — Ch. L. Frossard : Sur les roches métamorphiques de Pouzac (Hautes-Pyrénées), p. 1013. — A. F. Marion : Sur la flore turonienne des Martigues (Bouches-du-Rhône), p. 1052. — Bourgeat : Observations sur la structure de quelques dépôts ferrugineux des terrains secondaires, p. 1085. — G. Vasseur : Découverte d'une flore turonienne dans les environs des Martigues (Bouches-du-Rhône), p. 1086. — S. Meunier : Examen chimique d'eaux minérales provenant de Malaisie ; minerai d'étain de formation actuelle, p. 1083. — Ern. Olivier apporte un fait nouveau aux preuves que M. E. Blanchard a tirées de l'examen de la faune et

de la flore pour démontrer que les îles de l'archipel de la Sonde avaient été séparées de la péninsule de Malacca pendant l'âge moderne de la Terre, p. 1093. — A. Pomel : Sur les hippopotames fossiles de l'Algérie, p. 1112. — Ed. Perrier : Sur l'organisation des collections de Malacologie au Muséum d'histoire naturelle, p. 1144. — A. Lacroix : Sur la syénite éololithique de Montréal (Canada) et sur les modifications de contact endomorphes et exomorphes de cette roche, p. 1152. — Bleicher : Sur la nature des phosphates du massif du Dekma (département de Constantine), p. 1226. — G. Vasseur : Sur l'existence de dépôts marins pliocènes en Vendée, p. 1228.

— Bulletin de la Société Zoologique de France, T. XV, nos 4 et 5.

W. H. Dall : Types fossiles de l'éocène du bassin de Paris, récemment découvert en Amérique, p. 97.

— Bulletin de la Société Botanique de France, 2^e série, T. XII, nos 1 et 2.

— Bulletin de la Société française de Minéralogie, T. XIII, nos 3 à 5.

A. Lacroix : Sur l'origine du zircon et du corindon dans la Haute-Loire et sur les enclaves de gneiss et de granulites des roches volcaniques du Plateau central, p. 100. — Ch. Frossard : Dipyre et couseranite des Pyrénées, p. 187. — Ed. Jannettaz : Sur une diopside du Congo français, p. 159.

— Annales des Mines, 8^e série, T. XVI, 6^e livraison.

— Journal de Conchyliologie, 3^e série, T. XXX, n^o 1.

— Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris, 3^e série, T. XII, 4^e fascicule.

— L'Anthropologie, T. I, nos 1 à 3.

Adrien Arcelin : Les nouvelles fouilles de Solutré, près Mâcon, p. 295.

— Société de Géographie. — Compte rendu des séances de la Commission centrale, nos 7 à 10.

— Annuaire du Club alpin français, 6^e année.

E. A. Martel : Exploration des avens des Causses, p. 100. — M^{me} Gabriel Vallot : Grottes et abîmes (Basses-Cévennes), p. 145. — Comte de Bouillé : Le Pic du Ger ; géologie, flore, faune, p. 385. — Ch. Durier : Les mouvements des glaciers de Chamoni ; le glacier de Tacconnaz, p. 434.

— Bulletin mensuel du Club alpin français, nos 4 et 5, 1890.

— La Nature, nos 883 à 889.

D. B. : Les richesses minières de l'Espagne, p. 542. — G. de Lapouge : Le géant fossile de Castelnau, p. 11 (n^o 888).

— Le Naturaliste. 2^e série, nos 76 à 79.

Stanislas Meunier : Expériences sur les puits naturels, p. 108 et 118. — L. de Sarran d'Allard : La carte géologique du Beaujolais, p. 127 et 145.

— Ministère de l'Instruction publique. — Revue des Travaux scientifiques. T. IX, nos 8 à 10.

Ministère des Travaux publics. — Statistique de l'Industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie pour l'année 1888, avec un appendice concernant la statistique minérale internationale.

— Service hydrométrique du bassin de la Garonne. — Observations sur les cours d'eau et la pluie, centralisées pendant l'année 1887, 1 vol. texte et atlas 5 feuilles.

Amiens. — Bulletin mensuel de la Société Linnéenne du Nord de la France. 18^e année, T. IX, nos 204 à 206.

Auxerre. — Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne. 3^e série, 13^e vol.

Caen. — Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. 4^e série, 3^e vol.

Eudes Deslongchamps : Communication sur la collection Jarry, p. 75, et rapport sur les fossiles de cette collection, p. 92. — L. Lecornu : Les tremblements de terre en Normandie, p. 235 et 231.

Moulins. — Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France. 3^e année, nos 5 et 6.

Julien : Le terrain carbonifère marin du plateau central, p. 143.

Saint-Etienne. — Atlas de la Société de l'Industrie minérale. 3^e série, T. IV, 2^e livr. Etudes sur le terrain houiller de Commentry. Livre deuxième : Flore fossile, par M. B. Renault et R. Zeiller, pl. XLIII à LXXV.

Allemagne. — Berlin. — Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten. Vol. X, n° 2, mars 1890.

A. von Koenen : Das Norddeutsche Unter-Oligocän und seine Mollusken-Fauna. Lief. II. Conidae-Volutidae-Cypræidae, p. 281-374, pl. XXIV-XXXIX.

Nouvelle série. Livr. 4.

E. Kayser : Die Fauna des Hauptquarzits und der Zorger Schiefer des Unterharzes, 140 p., 24 pl.

— Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Verhandlungen der — . Vol. XVII, n° 1, 4 janv. 1890, nos 4, 5, 12 avr. 3 mai 1890.

O. Simony : Ueber eine naturwissenschaftliche Reise nach der westlichen Gruppe der Canarischen Inseln, p. 207-210, pl. I-III.

Zeitschrift der — . Vol. XXIV, n° 6. Vol. n° 2.

— Mittheilungen von Forschungsreisenden und Gelehrten aus Deutschen Schutzgebieten. Vol. II, nos 1, 3. Vol. III, n° 2.

Francfort. -- Abhandlungen herausgegeben von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Vol XVI, n° 4, 1890.

Gotha. Dr A. Petermanns Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt.
Vol. XXXVI, nos 4, 5, 1890.

Stuttgart. — Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.
1890, vol. I, n° 3.

E. W. Benecke : Melchior Neumayr†, p. 1-20. — Herm. Traube : Untersuchungen an den Syeniten und Hornblendeschiefern zwischen Glatz und Reichenstein in Niederschlesien, p. 195-233. — Igelström : Mineralogische Mittheilungen aus Schweden, 248-262. — Fr. Toulà : Zur Kenntniss der krystallinischen Gesteine des centralen Balkan, p. 263-272. — F. v. Sandberger : Ein merkwürdiges Geröll aus dem pleistocänen Sande von Mosbach bei Wiesbaden, p. 273. — Fr. Toulà : Geologische Untersuchungen im östlichen Balkan, p. 273-283. — G. Gürich : Zur Altersbestimmung der unteren Grenze der Karooformation, p. 283-285. — Herm. Traube : Pyrargyrit vom Kajánel in Siebenbürgen, p. 286-289. — A. von Koenen : Ueber die sog. Rutschflächen im Buntsandstein der Umgegend von Marburg, p. 289-290.

Beilage-Band VII, n° 1.

J. Martin : Beiträge zur Kenntniss der optischen Anomalien einaxiger Krystalle, p. 1-54, pl. I, II. — R. Fuess : Ueber Mikroskope für krystallographische und petrographische Untersuchungen, p. 55-89. — P. Dahms : Ueber einige Eruptivgesteine aus Transvaal in Süd-Afrika, p. 90-131.

— Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. 46^e année, 1890.

Engel : Palaeontologische Funde aus dem Lias δ des Filsbetts bei Eislungen, p. 34-49. — O. Fraas : Ueber den Basalt des Eisenrüttels, p. 32-34. — F. Knickenberg : Die Nordgrenze des ehemaligen Rheingletschers, p. 109-124, pl. II. — A. Leuze : Beiträge zur Mineralogie Württembergs, III. p. 181-199. — O. Spohn : Der Stiftsberg bei Heilbronn, p. 106-108. — Nies : Zur Erdbebenfrage, p. 74-87. — A. Schmidt : Untersuchungen über zwei neue Erdbeben, p. 200-232, pl. III.

Australie. — Melbourne. — The Gold-Fields of Victoria. Reports of the Mining Registrars for the Quarter ended 31st dec. 1889.

Sidney. — Reports of the Geological Survey of New South Wales.
Vol. I, n° 3, 1889.

R. Etheridge, junr : On the occurrence of the genus *Meiolania* in the Pliocene Deep Lead at Canadian, near Gulgong, p. 149-152, pl. XXV, XXVI. — Edg. David a. W. Anderson : The Leucite-Basalts of New South Wales, p. 153-171, pl. XXVII, XXVIII. — R. Etheridge, junr : On our present knowledge of the palaeontology of New

Guinea, p. 172-178. — W. Anderson : On the mineral spring at Rock Flat Creek, near Cooma, Monara District, p. 179-183, pl. XXX.

Autriche-Hongrie. — Budapest. — Mittheilungen aus dem Jahrbuche der kön. ungarischen geologischen Anstalt. Vol. IX, n° 1.

Stefan Martiny : Der Tiefbau am Dreifaltigkeits-Schacht in Vihnye, p. 1-19. — Julius Botár : Geologischer Bau des Alt-Antoni-Stollner Eduard-Hoffnungsschlages, p. 21-28. — Franz Pelachy : p. 29-33.

— Földtani Közlöny. Vol. XX, n° 4. Avril 1890.

Bericht über die am 5. Februar 1890 abgehaltene Generalversammlung der Ung. geol. Gesellschaft, p. 143-144.

— A Magyar Kir. földtani intézet évkönyve. Vol. X, n° 2.

Lőrenthey Imré-től : A Nagy-Mányoki (Tolna M.) pontusi emelet és faunája, p. 35-48, pl. I.

— Jahresbericht der kgl. Ung. geologischen Anstalt für 1888, 193 p., 2 pl.

— Geologische Aufnahme der königl. ung. geologischen Anstalt. Cartes 1/75000 avec texte explic. in-8°.

17, XXVIII, Umgebung von Zilah.

19, XXIX, Umgebung von Torda.

Cracovie. — Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Avril 1890, mai 1890.

F. Tondera : Uebersicht der in den Steinkohlenlagern von Dabrowa und Golonóg, im Königreich Polen, gesammelten fossilen Pflanzen, p. 141-143.

Belgique. — Bruxelles. — Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liège. 2^e série, T. XVI, 1890.

Brésil. — S. Paulo. — Boletim da Comissão geographica e geologica da provincia de S. Paulo. Nos 1-3, 1889.

Orville A. Derby : Retrospecto historico. — F. de Paula Oliveira : Reconhecimento geologico do valle do Rio Paranapanema.

Danemarck. — Copenhague. — Bulletin de l'Académie Royale de —. 1889, n° 3, 1890, n° 1.

— Mémoires de l'Académie Royale de —. Classe des Sciences. Vol. VI, n° 1, 1890.

États-Unis d'Amérique. — Albany. — 5th annual report of the State Geologist for the year 1885. 1886.

James Hall : Palaeontology of New-York. Vol. V, 2^e partie, suppl. pl. 117-129. Vol. VI, pl. 25-53.

— 6th annual report. 1886. 1887.

S. G. Williams : Note on the Lower Helderberg rocks of Cayuga Lake, p. 10-12. — S. G. Williams : On the Tully limestone, p. 13-29, 1 pl. — J. M. Clarke : Annelid teeth from the lower portion of the Hamilton Group., p. 30-35, 1 pl. — James Hall : Note on the occurrence of the Dictyospongidae in the State of New-York, p. 36-38, 1 carte. — Id. : Descriptions of Fenestellidae of the Hamilton group of New-York, p. 41-70, 7 pl.

— 39th, 41th, 42^d annual report of the trustees of the State Museum of natural History. 1885, 1887, 1888.

Cambridge. — Memoirs of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College.

Vol. XVI, n° 3, nov. 1889.

Alpheus Hyatt : Genesis of the Arietidae, 238 p. 14 pl.

Bulletin of—. Vol XIX, nos 2, 3, 1890.

Vol. XVI, n° 8, 1880.

J. E. Wolff : On some occurrences of Ottrelite and Ilmenite schist in New England, p. 159-165.

Harrisburg. — Geological Survey of Pennsylvania. Atlas Southern Anthracite Field. Part. II, AA.

— Atlas Eastern Middle Anthracite Field. Part III, AA.

— Atlas North Anthracite Field. Part V, AA.

New-Haven. — The American Journal of Science.

3^d ser. Vol. XXXIX, n° 233, mai. n° 234, juin 1890.

G. F. Becker : Elementary proof of the Earth's Rigidity, p. 336-352. — G. H. Williams : On the Hornblende of St-Lawrence County, p. 352-358. — Whitman Cross : Note on some secondary minerals of the Amphibole and Pyroxene groups, p. 359-370. — S. L. Penfield : On Spangolite, a new Copper-Mineral, p. 370-378. — James D. Dana : Archaean axes of Eastern North America, p. 378-383. — Fr. J. H. Merrill : On the metamorphic strata of Southeastern New-York, p. 383-392. — L. G. Eakins : Meteoric Iron from North Carolina, p. 395-396. — S. L. Penfield : Hamlinite, a new rhombohedral Mineral from the Herderite locality at Stoneham, p. 511-513. — O. C. Marsh : Notice of New Tertiary Mammals, p. 523-525.

New-York. — Transactions of the New-York Academy of Sciences.

Vol. IX, 1889-90, nos 1, 2.

O. P. Hubbard : Geological Notes, p. 3-4. — Daniel S. Martin : The origin of diagonal trends in the earth's crust, with application to the production of folds and faults, p. 15-21. — H. Carrington Bolton : Researches on sonorous sand in the Peninsula of Sinai, p. 21-25. — J. S. Newberry : The Laramie Group ; its geological relations, its economic importance, and its fauna and flora, p. 27-32. — J. J. Friedrich : On Protozoites, Quaternary and Tertiary, from California, and on Protozoa as rock-building agents, p. 32-36. — J. S. Newberry : The Rock Salt deposits of the Salina Group in Western New-York, p. 39-45. — J. H. Merrill a. D. S. Martin : A Note on the colored clays recently exposed in railroad cuttings near Morrisania, N. Y, p. 45-46.

— Bulletin of the American Museum of Natural History.
Vol. II, n° 3, Déc. 1889, n° 4, Fév. 1890.

Philadelphie. — Transactions of the American Philosophical Society.

Vol. XVI, N. S. Part. III, 1890.

John C. Branner : The Cretaceous and Tertiary Geology of the Sergipe Alagoas Basin of Brazil, p. 369-434, 5 pl. — George B. Simpson : Descriptions of New Species of Fossils from the Clinton, Lower Helderberg, Chemung, and Waverly Groups, found in the Collections of the Geological Survey of Pennsylvania, p. 435-460. — William B. Scott a. H. Fairfield Osborn : The Mammalia of the Uinta Formation, p. 461-572, pl. VII-XI.

— Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1889, III, oct.-déc.

Ch. R. Keyes : Sphaerodoma, a genus of fossil Gasteropods (suite), p. 305-309. — Abraham Meyer : Notes on the presence of Umbral or Mountain Limestone in Lycoming Co, Penna, p. 310. — Th. D. Rand : Notes on the drift on Block Island, p. 408-411.

Sacramento. — California State Mining Bureau. 9th annual Report of the State Mineralogist for the yearending dec. 1889. 1890.

Saint-Paul. — The Geological and Natural History Survey of Minnesota. 17th annual Report. N. H. Winchell, 1889. 273 p.

— Bulletin, n° 1.

N. H. Winchell : The History of Geological Surveys in Minnesota, 37 p. n° 5. — N. H. Winchell : Natural Gas in Minnesota, 39 p.

Washington. — Memoirs of the National Academy of Sciences. Vol. IV, 2^e partie.

— Smithsonian Contributions to Knowledge.

Vol. XXVI, n° 673.

Alpheus Hyatt : Genesis of the Arietidae, 50 p., 6 tableaux, 14 pl.

Grande-Bretagne. — Londres. — Proceedings of the Royal Society.

Vol. XLVII, n° 288.

— The Quarterly Journal of the Geological Society.

Vol. XLVI, 2, n° 182. Mai 1890.

W. T. Blanford : The Permanence of Ocean-Basins, p. 59-110. — J. Prestwich : On the Relation of the Westleton Beds, or Pebbly Sands of Suffolk, to those of Norfolk, and on their Extension Inland ; and on the Period of the Final Elevation and Denudation of the Weald and of the Thames Valley, p. 120-181, pl. VII-VIII. — R. Lydekker : On remains of small Saurapodous Dinosaurs from the Wealden, p. 182-184, pl. IX. — Id. : On a Horn-like Dinosaurian Bone from the Wealden, p. 185-186. — T. G. Bonney : On the Cristalline Schists and their Relation to the

Mesozoic Rocks in the Lepontine Alps, p. 187-240. — C. Lloyd Morgan : On the Pebidian Volcanic Series of St-Davids, p. 244-269, pl. X. — E. Wethered : On the Occurrence of the Genus *Girvanella* in Oolitic Rocks, p. 270-283, pl. XI. — R. Lydekker : On a Crocodilian Jaw from the Oxford Clay of Peterborough, p. 284-288. — Id. : On two new species of Labyrinthodonts, p. 289-294, pl. XII. — Cole A. Gregory : On the Variolitic Rocks of Mont Genève, p. 295-332, pl. XIII. — W. Whitaker : On a deepchannel of drift in the Valley of the Cam, Essen, p. 333-340.

— The Geological Magazine. N. S. Dec. III. Vol. VII, n° V, n° 314, n° 312.

H. A. Nicholson a. J. Hinde : Notes on the Palaeontology of Western Australia, p. 193-204, pl. VIII, VIIIa. — Hyland : On some Epi-Diorites of the N. W. of Ireland, p. 205-208. — J. W. Spencer : The high continental elevation preceding the Pleistocene Period, p. 208-213. — A. C. Seward : Woodwardian Laboratory Notes, 1. Specific variation in *Sigillariae*. 2. *Tylodendron* and *Voltzia*, p. 213-220. — Jukes-Browne : The Physiography of the Lower Trias, p. 220-221. — C. A. McMahon : The Culm-Measures at Bude, p. 222-226. — R. H. Traquair : The supposed pectoral limb in *Coccosteus*, p. 235. — T. G. Bonney : Mr. Mellard Reade on the physiography of the Lower Trias, p. 235-237. — W. H. Hudleston : Fossil shells from South Australia, p. 241-246, pl. IX. — H. J. Johnston-Lavis : On volcanic action, p. 246-249. — R. H. Traquair : On fossil fish from Borough Lee, p. 249-252. — A. Irving : Note on the Airolo-Schists Controversy, p. 252-260. — T. Mellard-Reade : Physiography of the Lower Trias, p. 260-264. — E. T. Newton : Occurrence of Tunny in the « Forest Bed », p. 264. — W. M. Hutchings : On the probable origin of some slates, p. 264-273.

— Proceedings of the Geologists' Association.

Vol. XI, n° 6. Févr. 1890.

A. Smith Woodward : A Synopsis of the Fossil Fishes of the English Lower Oolites, p. 285-306, pl. III.

Dublin. — R. Irish Academy. The Transactions of the — . Vol. XXIX, n° XIII. Mars 1890.

— « Cunningham Memoirs », n° V, 1890.

Newcastle-upon-Tyne. — Transactions of the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers. Vol. XXXVIII, 5, 1890.

J. M. Liddell : The Gold-Fields of the Valley of de Kaap, Transvaal, South Africa, p. 171-175. — T. W. Embleton : Notes of reports of winning at Gosforth Colliery, p. 189-202, pl. 24.

Indes anglaises. — Records of the Geological Survey of India. Vol. XXI, n° 4, 1888.

R. Lydekker : Notes on Indian Fossil Vertebrates, p. 145-148. — R. D. Oldham : Some Notes on the Geology of the North-West Himalayas, p. 149-159. — Id. : Note on Blown-Sand Rock Sculpture, p. 159-160, 1 pl. — Tom. D. La Touche : Re-discovery of Nummulites in Zânskâr, p. 160-162, 1 pl. — Pramatha Nath Bose : Notes on some Mica-traps from Baraker and Raniganj, p. 163-165, 1 carte.

Italie. — Rome. — Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXXVII, 1890. Ser. IV, vol. VI, fasc. 5. 2 mars 1890.

G. Capellini : Sul Coccodrilliano gavialoide scoperto nella colline di Cagliari nel 1868, p. 149-151.

Vol. VI, fasc. 6, 16 mars 1890 ; fasc. 7, 13 avril 1890.

— Bolletino del R. Comitato geologico d'Italia. Ser. III, vol. I, n^{os} 3, 4.

Sulla tettonica del Calcare metallifera nell' Iglesiente (Sardegna), p. 73-79, pl. II. — B. Lotti : Sui dintorni di San Gimignano, p. 80-85. — F. Sacco : Geologia applicata del bacino terziario e quaternario del Piemonte, p. 85-121, pl. III. — E. Fabrini : I Machairodus (Megantheron) del Valdarno superiore, p. 121-144.

— Bolletino delle opere moderne straniere acquistate dalle biblioteche pubbliche governative del Regno d'Italia. Vol. IV, n^o 5.

Florence. — Bolletino delle pubblicazioni italiane. N^{os} 104-107.

— Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. Proc. Verb. Vol. VII, 2 mars 1890.

De Gregorio : Intorno all' opuscolo del sig. dott. Gioli sui fossili di S. Vigilio, p. 54-55. — Gioli, G. : Sopra alcuni resti di *Rhinoceros etruscus* Falc. rinvenuti a Prata presso Massa Marittima, p. 56. — Forsyth Major : L'ossaria di Olivola in Val di Magra, p. 57-76.

— Relazione sul Servizio Minerario nel 1888, 1890.

Turin. — Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XXV, 8-10.

— R. Accademia delle Scienze di Torino. Osservazioni meteorologiche fatte nell' anno 1888 all' osservatoria della R. Università di Torino.

La Plata. — Annuaire statistique de la Province de Buenos-Ayres, publié par M. Adolphe Montier. 8^e année, 1888. Edition française, 1889.

Mexique. — Mexico. — Memorias de la Sociedad Científica « Antonia Alzate ». Tome III, n^{os} 4-6, 1890.

M. Herrera y Gutiérrez : Analisis de la dolomia del distrito de Uruapan, p. 93-96. — Guillermo B. y Puga : La última erupción del volcán de Colima, p. 97-102. — F. de Montessus de Ballore : De la distribución horaria diurna y nocturna de los movimientos sísmicos y su relación con las culminaciones de la Luna, p. 103-120.

Norwège. — Christiana. — Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Vol. XXXI, n^o 4, 1890.

A. Blytt : Tillaeg til Afhandlingen « Om den sandsynlige Aarsag til Strandli- niernes Forskyvninger, p. 324-339.

— Den Norske Nordhavs- Expedition 1876-78, XIX.

Roumanie. — Jassy. — Le Bulletin de la Société des Médecins et des Naturalistes de Jassy. 3^e année, 1889. Vol. III, n^{os} 5, 6.

Russie. — Saint-Pétersbourg. — Mémoires de l'Académie impé- riale des Sciences de —. VII^e série. Vol XXXVI, n^o 17 et dernier. Vol. XXXVII, n^{os} 1-5. 1889, 1890.

N^o 2. A. Karpinsky : Ueber die Ammoneen der Artinsk-Stufe und einige mit denselben verwandte carbonische Formen, 104 p. 5 pl. — N^o 3. Wissenschaftliche Resultate der von der kais. Akademie der Wissenschaften zur Erforschung des Janalandes und der Neusibirischen Inseln in den Jahren 1885 und 1886 ausgesandten Expeditionen. Abth. I. Baron Ed. von Toll : Die paläozoischen Versteinerungen der Neusibirischen Insel Kotelny, 56 p., 5 pl. — N^o 5. Id. Abth. II. J. Schmalhausen : Tertiäre Pflanzen der Insel Neusibirien, mit einer Einleitung von Baron E. v. Toll, 22 p., 2 pl.

Moscou. — Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de —. Année 1889, n^o 3, 1890.

S. Nikitin : Notes sur les modes de propagation des Poissons d'eaux douces, p. 423-435.

Irkoutsk. — Izvestia Vostotchno-Sibirskago otdela Imperator- skago Rousskago geographitcheskago obchtchestva (Communica- tions de la Société impér. géographique russe de la Sibérie orien- tale). Vol. XXI, n^o 1, 1890.

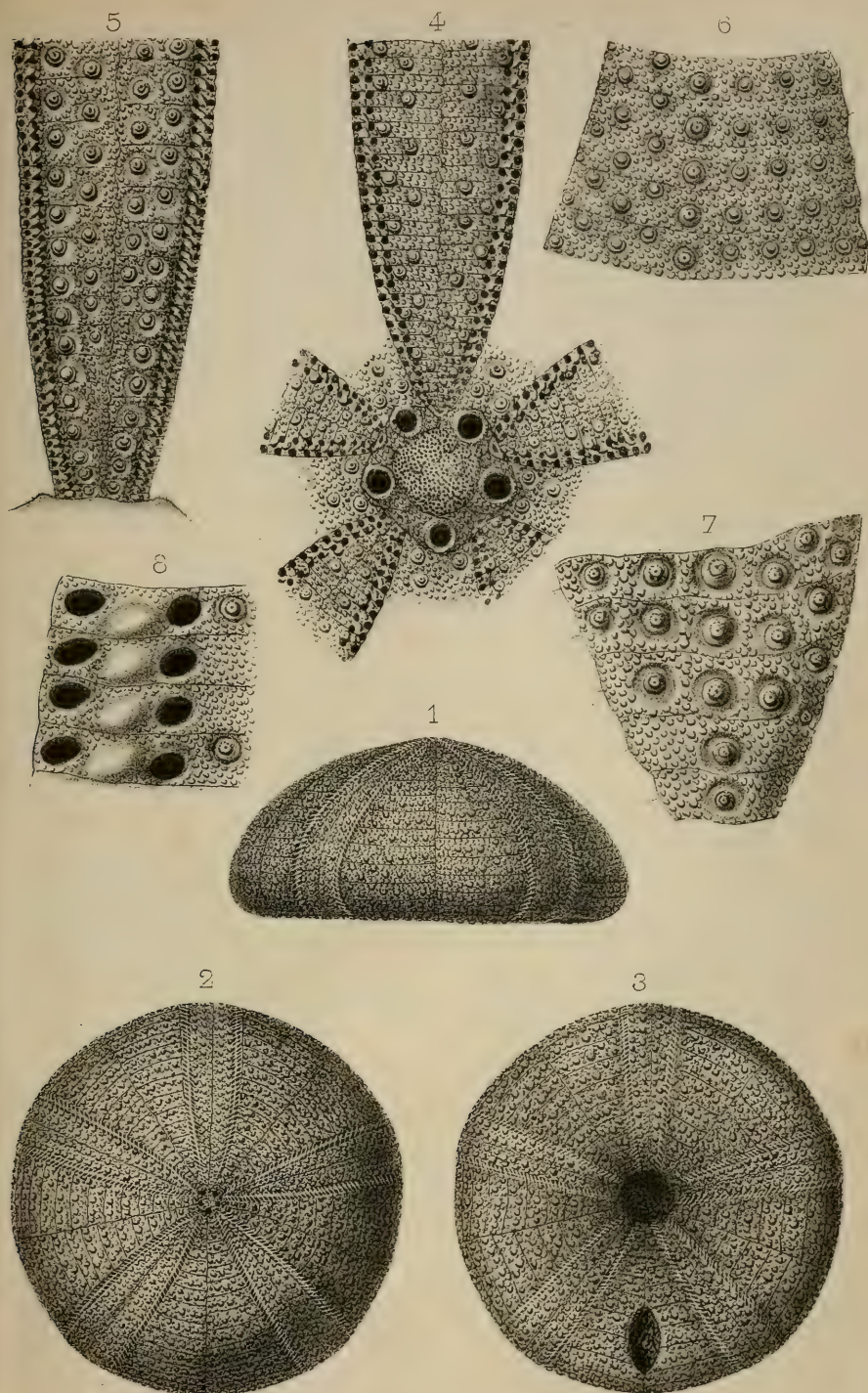
Suisse. — Lausanne. — Eclogae geologicae Helvetiae. Recueil de la Société géologique suisse. 1889, n^o V.

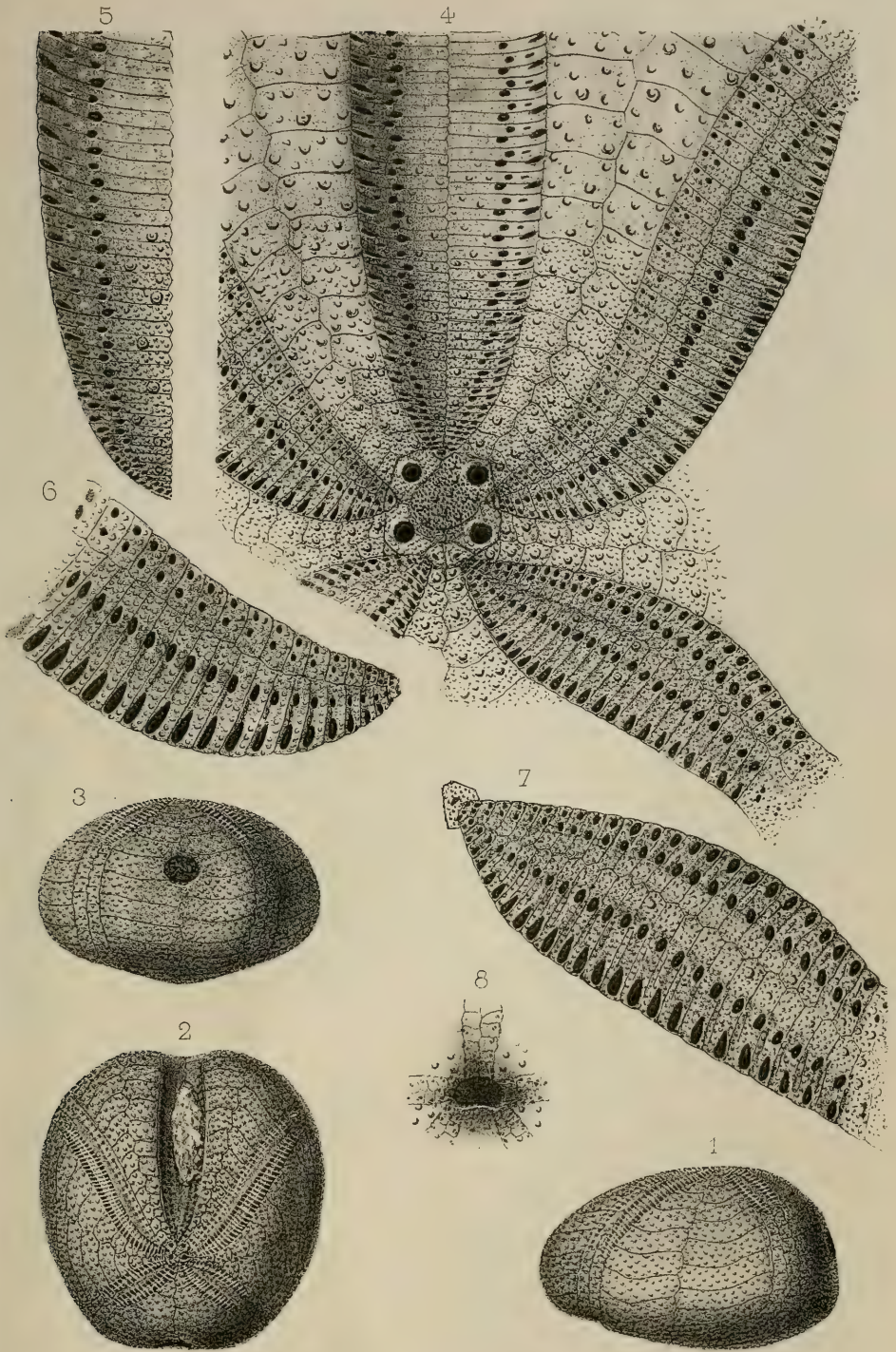
Schmidt : Excursion de 1889, p. 335-396, pl. 4. — Mühlberg : Grenzgebiet zwischen Ketten und Tafeljura, p. 397-436, pl. 5, 6. — Compte-rendu de la réunion de Lugano, p. 437-472.

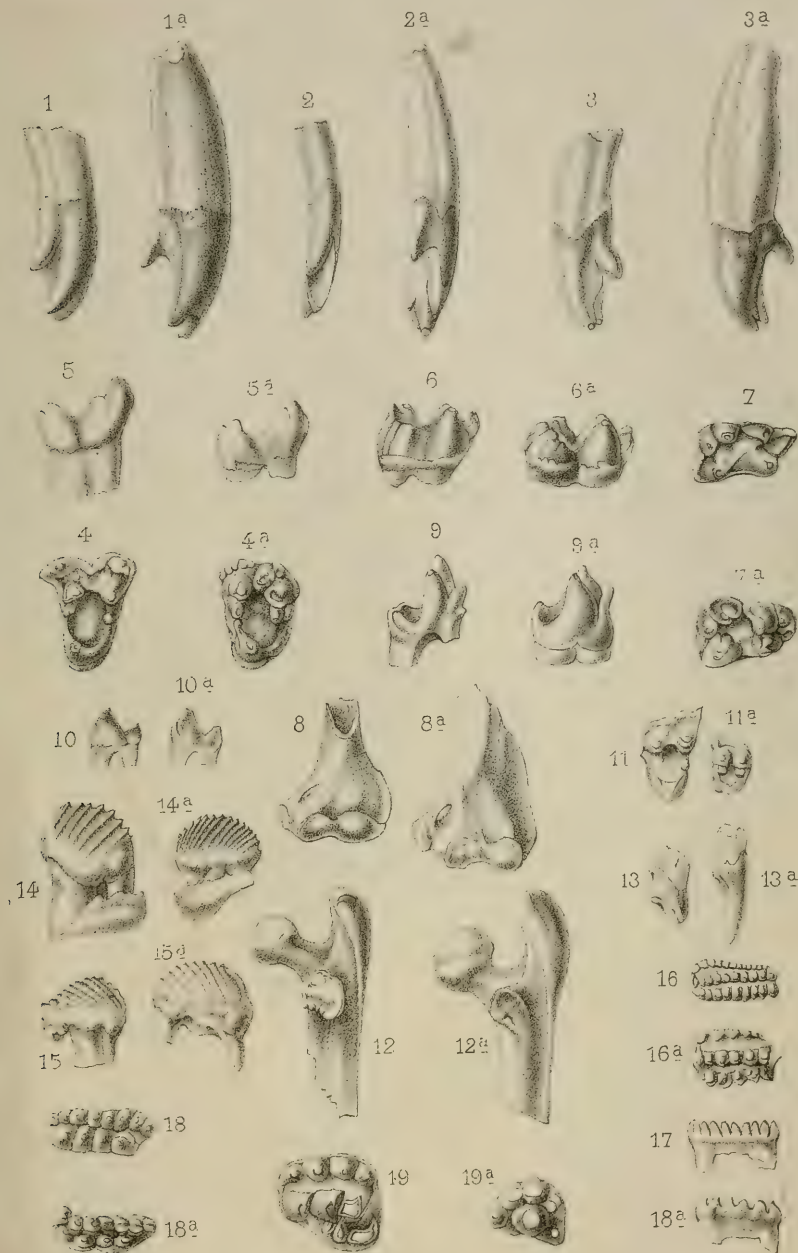
FIN DE LA LISTE DES DONS

Les Secrétaires :

E. HAUG & A. THIÉRY







D^r Lemoine del.

Imp. Edouard Bry, Paris.

A. Leuba lith.

Faune cernaysienne.

Fig. 1.

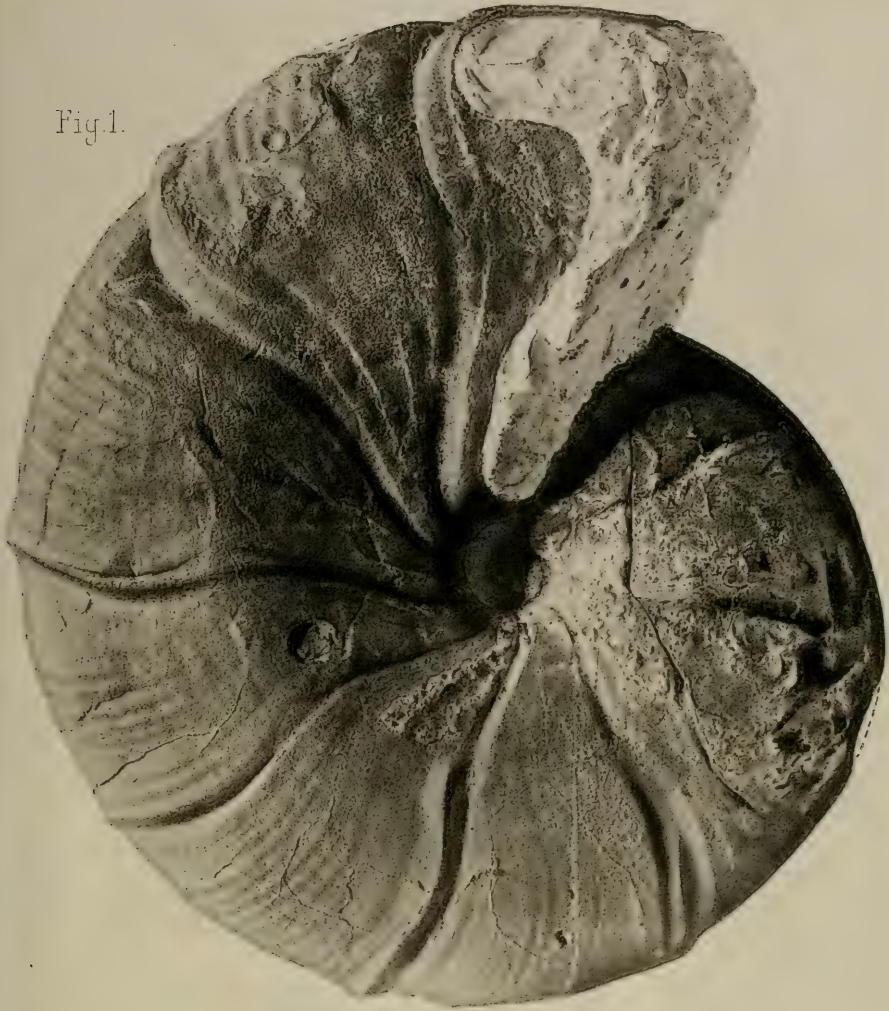
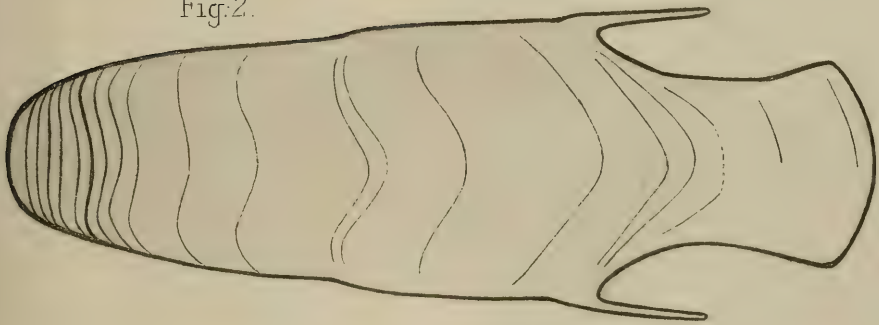
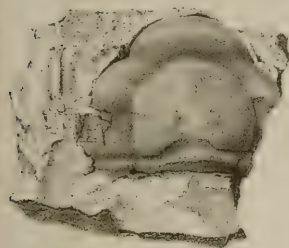


Fig. 2.



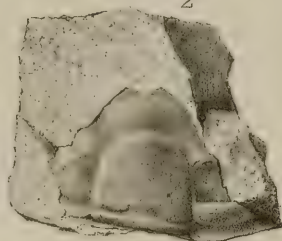
1



4



2



6



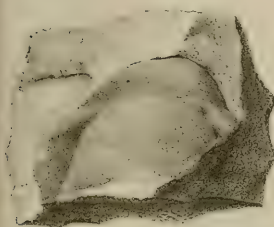
5



11



8



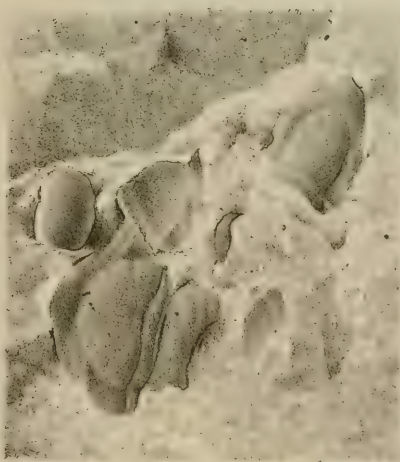
9



3



10



12



7



13





Phototypie F.-X. Sallé à Colmar.

1 à 15. *Melania Nistli* Duch.

16 à 30. *Melania Lauræ* Math.

Fig. 3

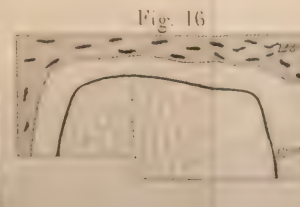
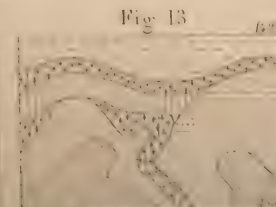
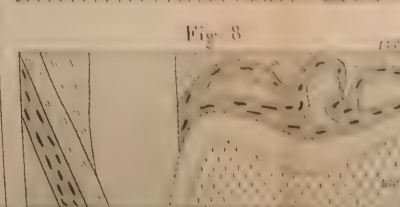
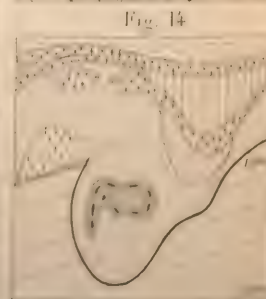
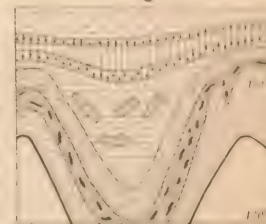
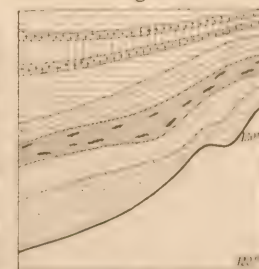
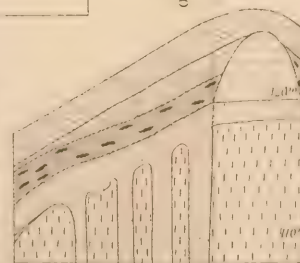
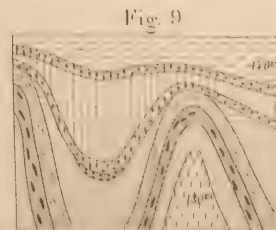
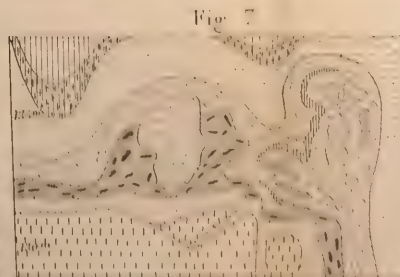
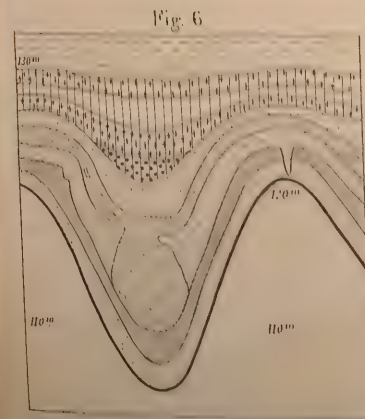
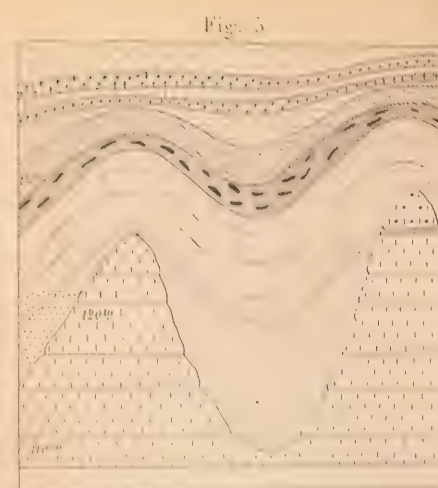
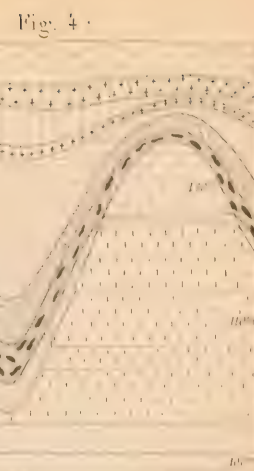
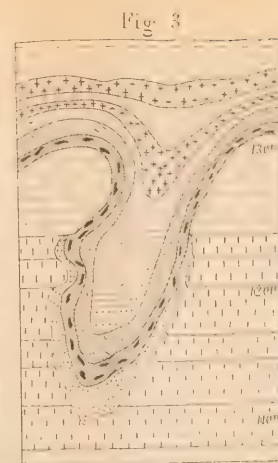
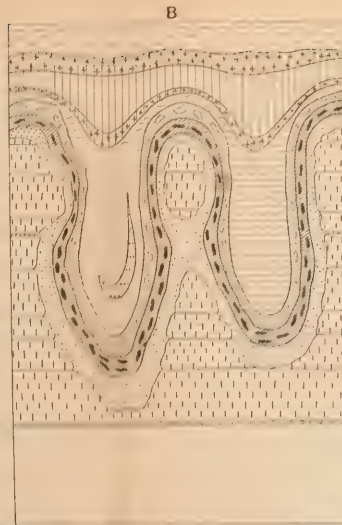
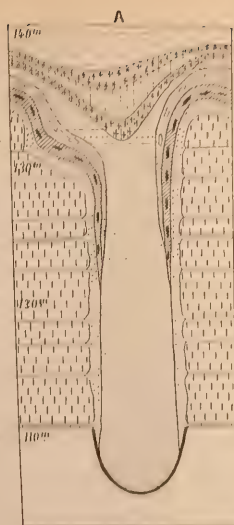
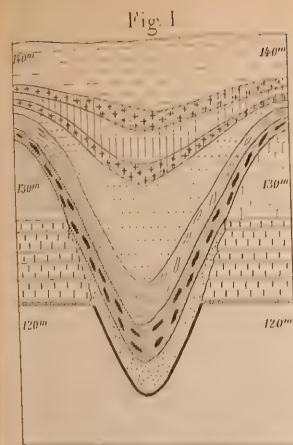


5



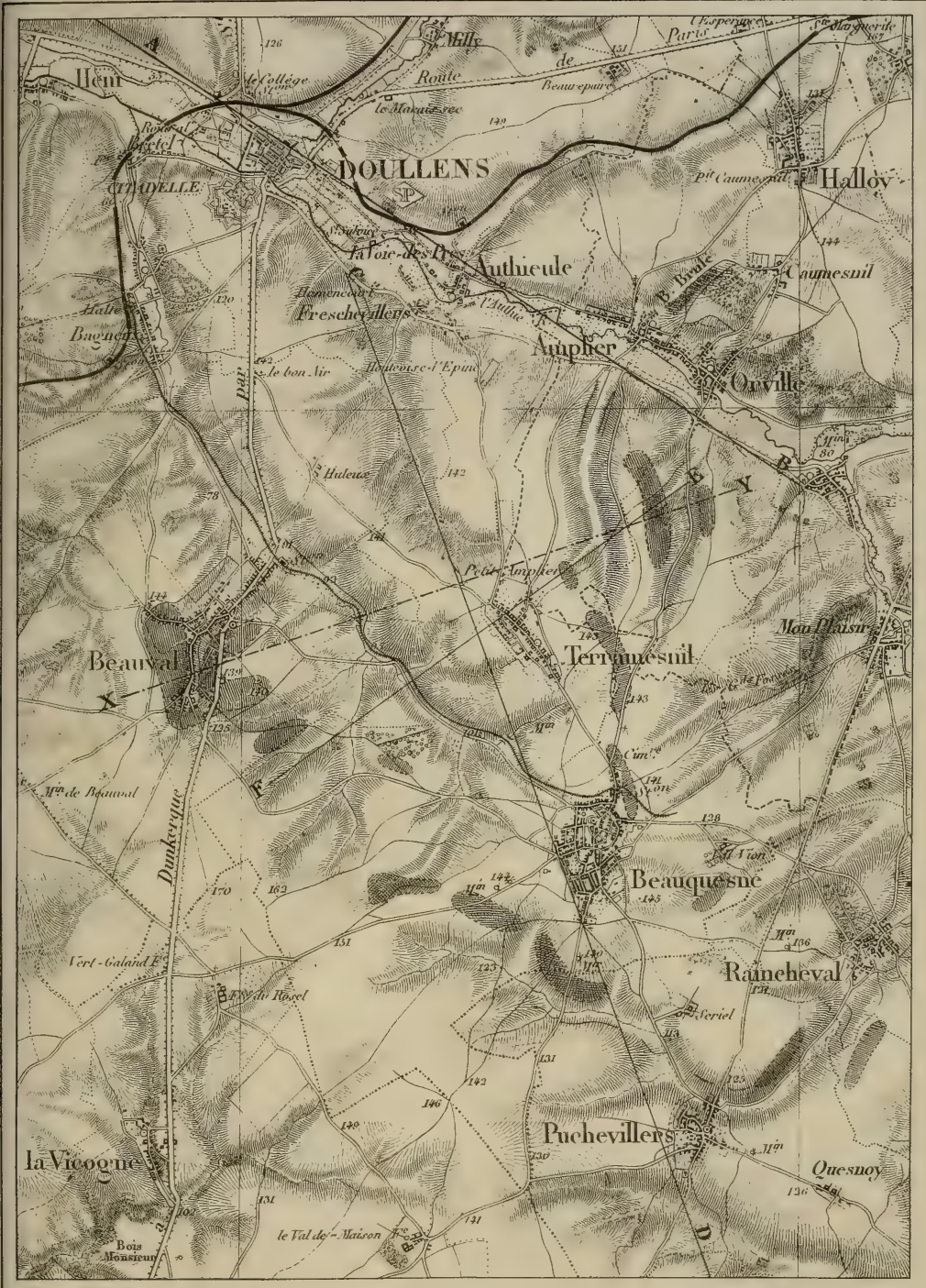
Gra

Fig. 2



LÉGENDE

Limons des plateaux	
Veines de glaise	
Bief à silex cassés	Silex abondants Silex rares Silex roulés
Sable de remplissage	Blocs de grès Sable moyen Sable argileux
Argile à silex	Phosphate pauvre Argile rouge à silex Argile noire sans silex
Couche de phosphate	Phosphate riche Phosphate pauvre
Craie blanche supérieure	
Craie grise	Gazon de nodules Gaze
Craie blanche inférieure	



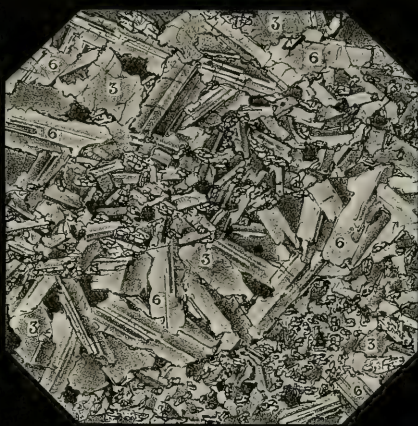
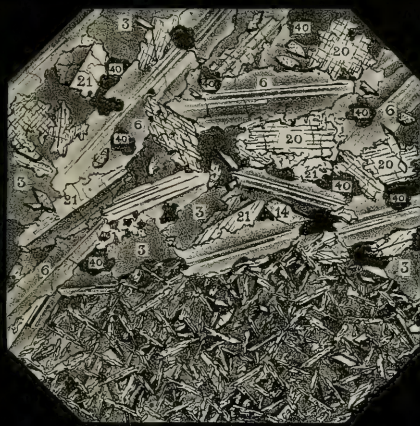


Fig 2

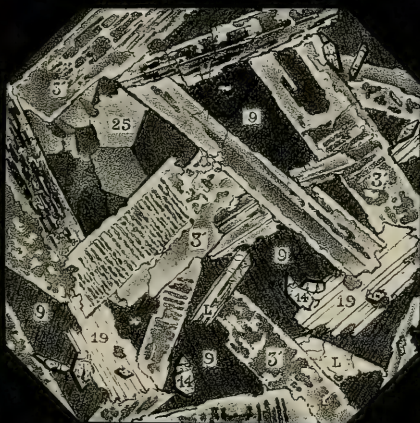


Fig 4

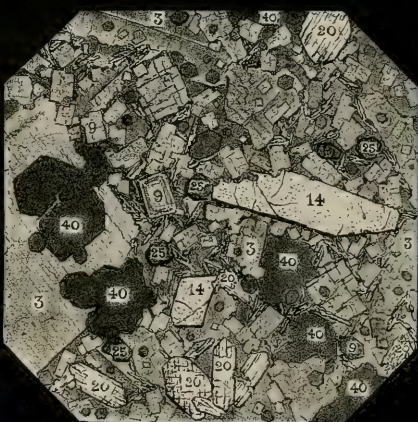
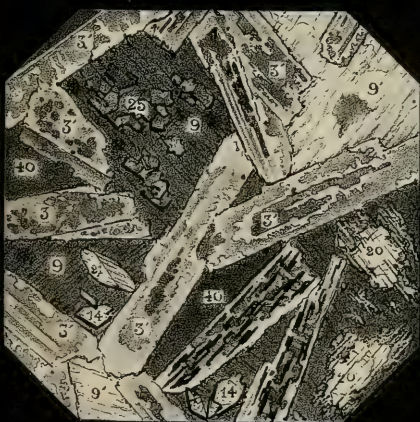


Fig 6

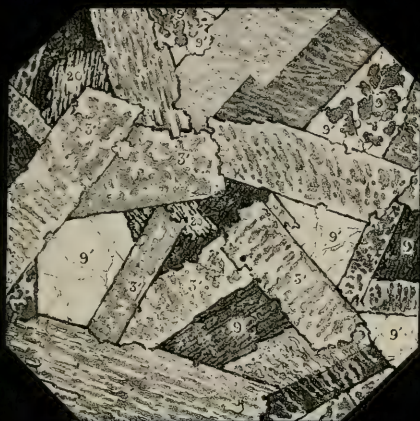


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

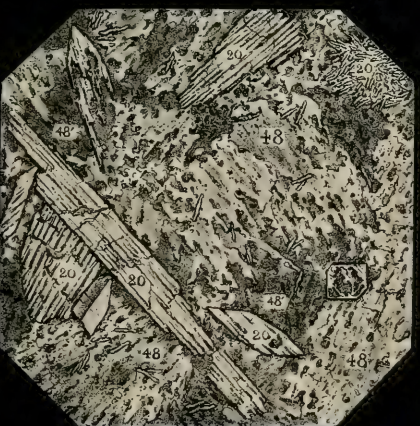


Fig. 5

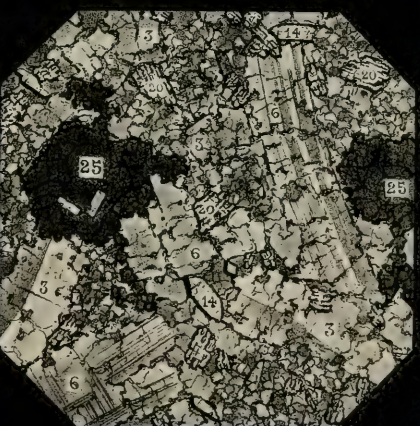


Fig. 6



Fig. 2

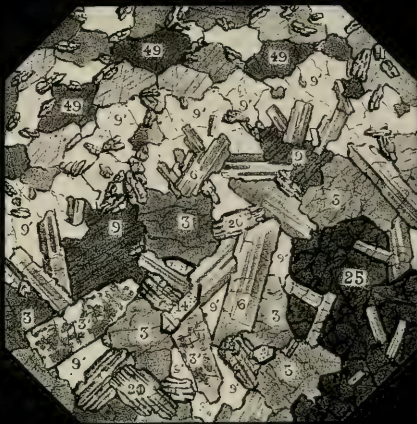


Fig. 4

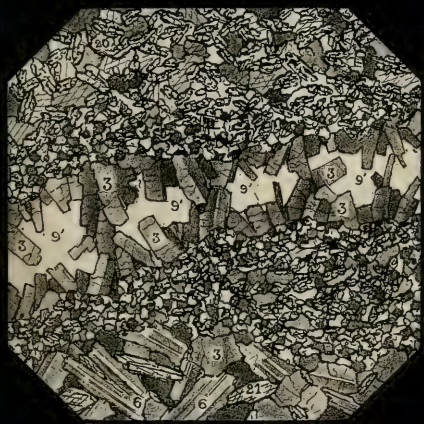


Fig. 6

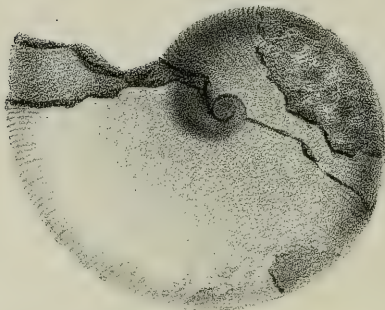
1



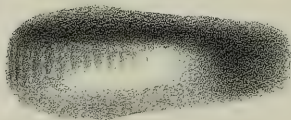
2^b



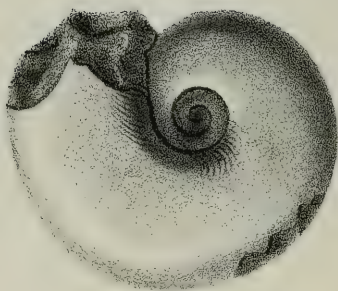
2^a



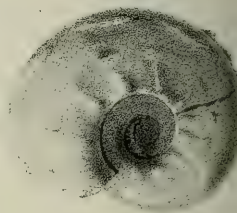
5^b



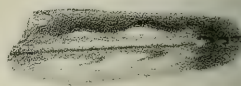
5^a



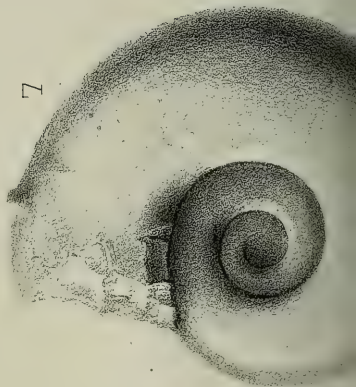
8^a



8^b



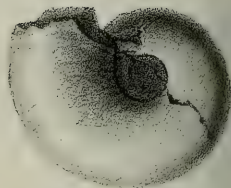
7



6^b

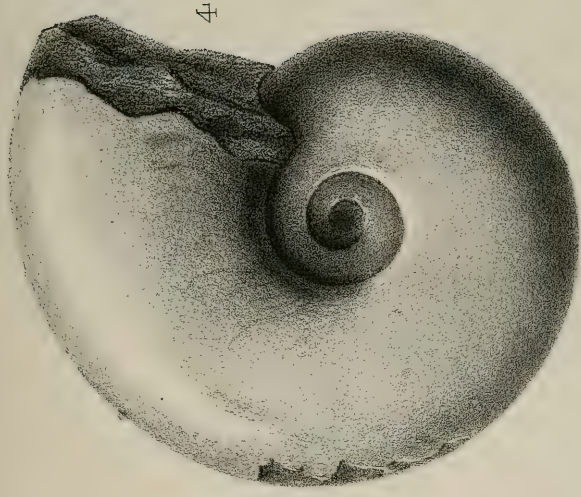


6^a





3



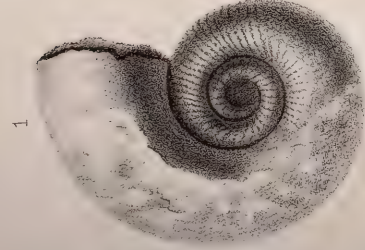
4

A. Barbenès ad. nat. del. et lith.

Imp. Edouard Bry, Paris.

1. — *Lytoceras sutile* Oppel sp.
- 2^a 2^b. *Phylloceras serum* Oppel sp.
3. — — d° — *ptychoicum* Quenstedt sp.
4. — *Haploceras elimatum* Oppel sp.

-
- 5^a 5^b. *Haploceras carachtheis* Zeuschner sp.
 - 6^a 6^b. — d° — — d° — var. *subtilior* Zittel.
 7. — — d° — *verruciferum* Meneghini sp.
 - 8^a 8^b. *Oppelia Fallauxi* Oppel sp.
-

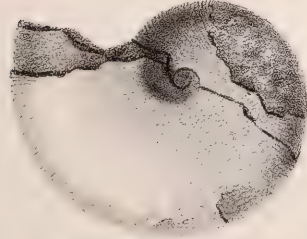


1

2^b



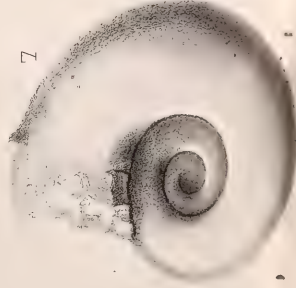
2^a



5^a



5^b

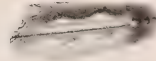


7

8^a



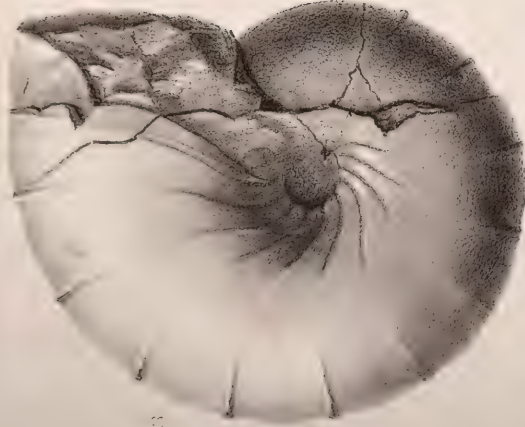
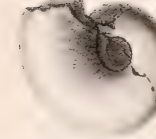
8^b



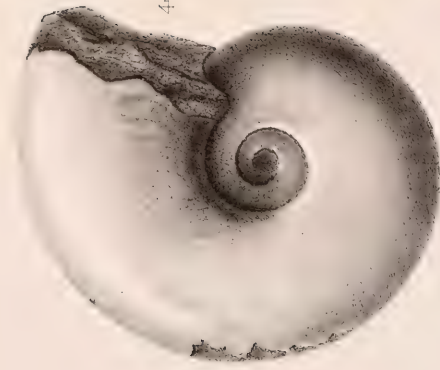
6^b



6^a



3



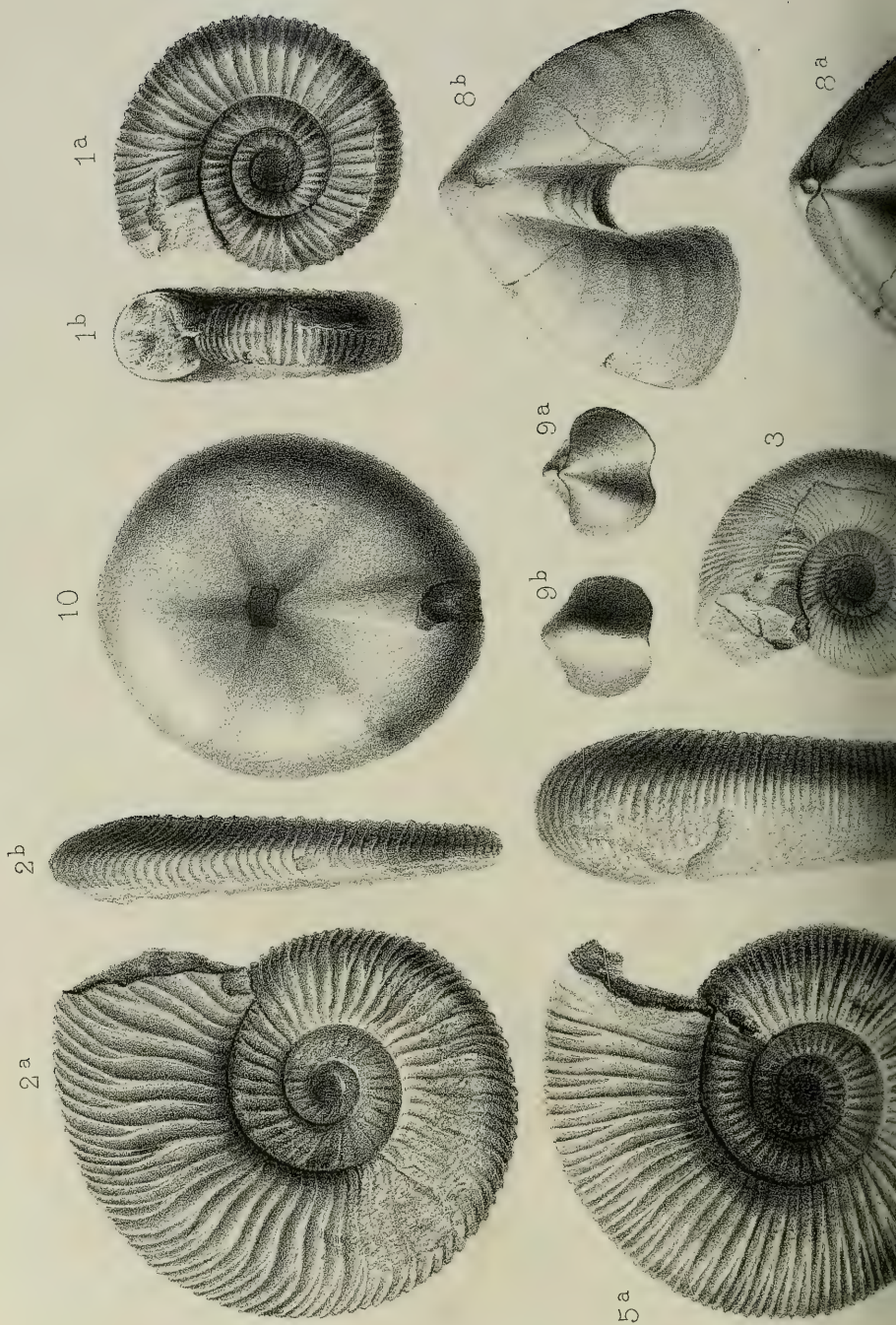
4

A. Barbenès ad. nat. del. et lith.

Imp. Edouard Bry, Paris

1. — *Lytoceras sutile* Oppel sp.
2^a 2^b *Phylloceras serrum* Oppel sp.
3. — d. — *ptychocum* Quenstedt sp.
4. — *Haploceras elinatum* Oppel sp.

- 5^a 5^b *Haploceras carachtheis* Zeuschner sp.
6^a 6^b — d. — d. — *ver. verrucosum* Zittel.
7. — d. — *verruciferum* Meneghini sp.
8^a 8^b *Oppelia Fallauxi* Oppel sp.





A. Barbenès ad. nat. del. et lith.

Imp. Edouard Bry, Paris.

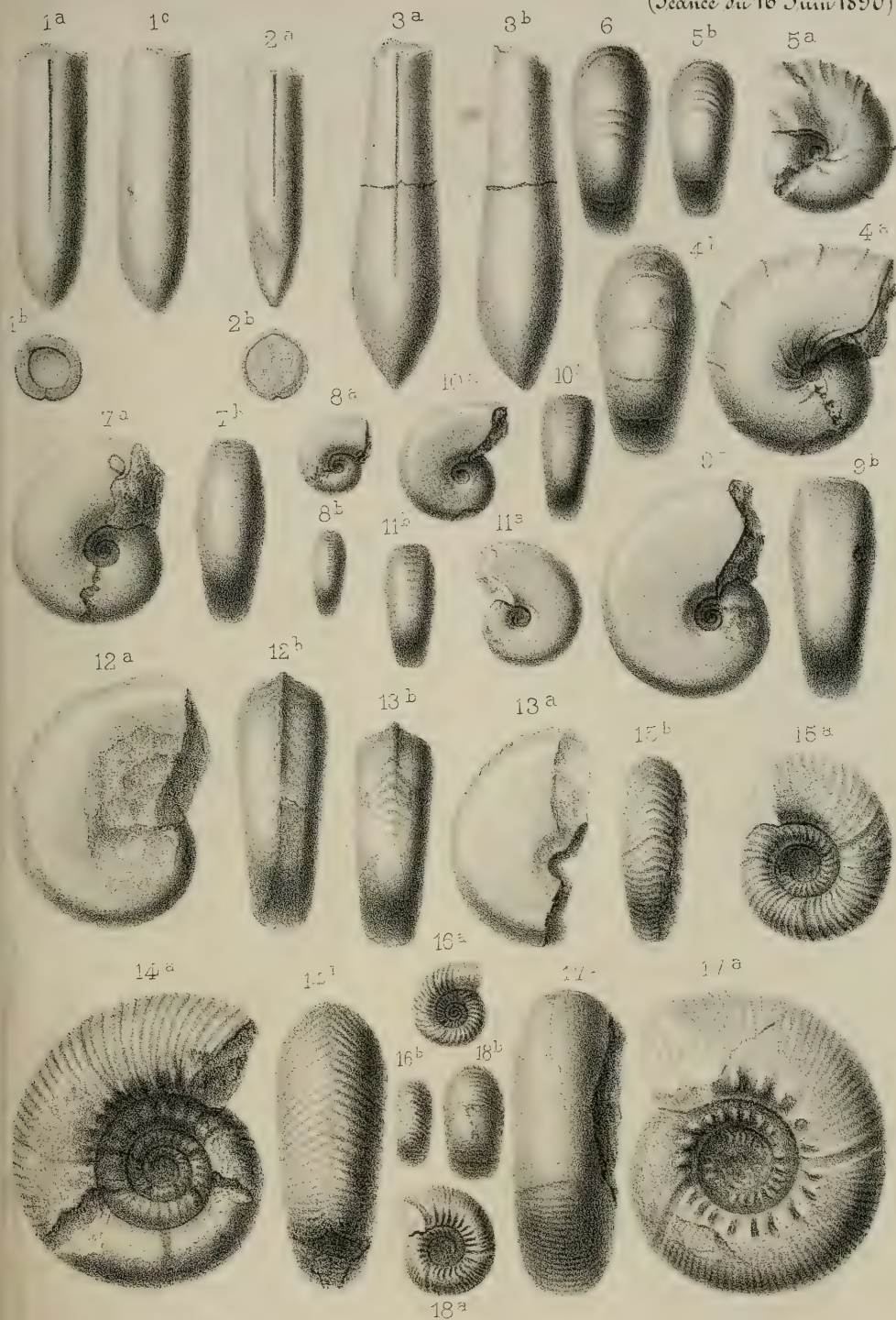
- | | | | |
|---------------------------------|--|---------------------------------|---|
| 1. ^a 1. ^b | <i>Perisphinctes colubrinus</i> Reinecke sp. | 6. ^a 6. ^b | <i>Perisphinctes Pouzinensis</i> sp. nov. |
| 2. ^a 2. ^b | — d° — <i>Richter</i> Oppel sp. | 7. ^a 7. ^b | <i>Pholadomya Malbosi</i> Pictet. |
| 3 — | — d° — <i>geron</i> Zittel. | 8. ^a 8. ^b | <i>Pygope janitor</i> Pictet sp. |
| 4 — | — d° — <i>contiguus</i> Catullo sp. | 9. ^a 9. ^b | — d° — <i>Bouei</i> Zeuschner sp. |
| 5. ^a 5. ^b | — d° — <i>Gevreyi</i> sp. nov. | 10 — | <i>Collyrites Verneuli</i> Cotteau. |



A. Barbenès ad. nat. del. et lith.

1. 1. *Perisphinctes colubrinus* Reinecke sp.
 2. 2. — d. — *Rionter* d. 1. 1.
 3. — d. — *geron* Zittel.
 4. — d. — *contiguus* Catullo sp.
 5. 5. — d. — *Gevrevi* sp. nov.

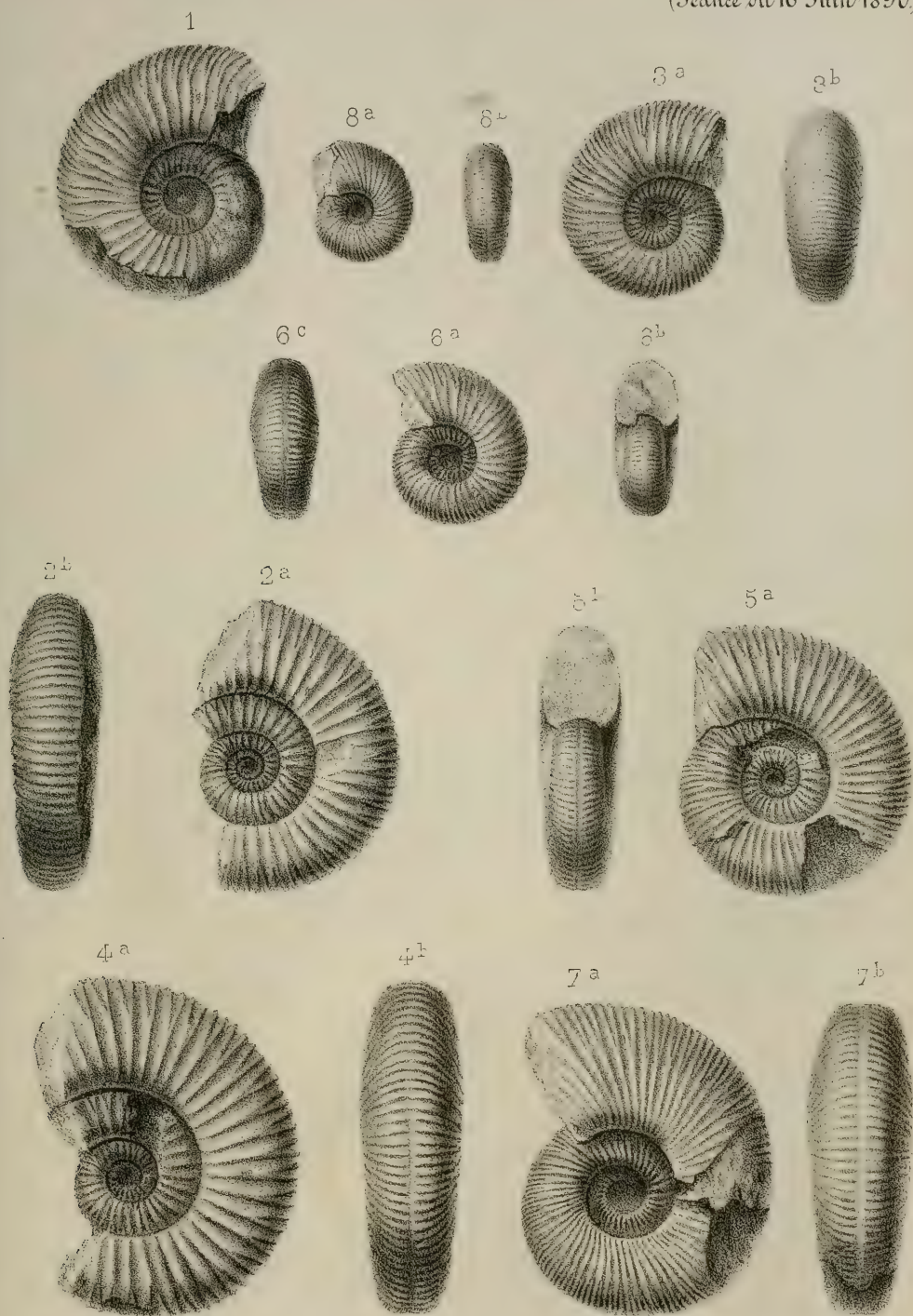
6. — — — — —
 7. — — — — —
 8. 8. *Pygope* ja
 9. 9. — — — — —
 10. — — — — — *Collyrites* Varnellu



Barrères admodum.

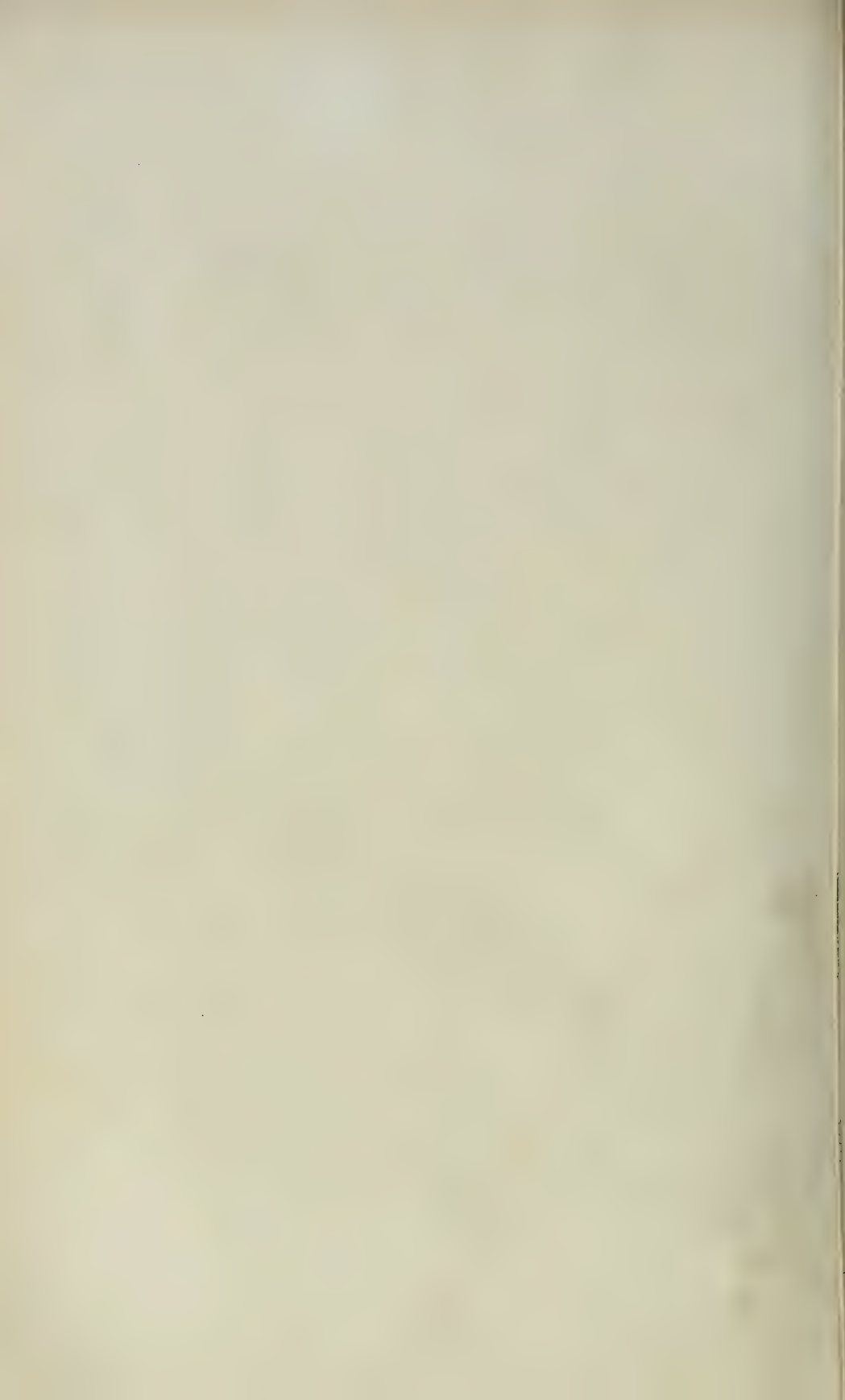
imp. Edouard Bry Paris.

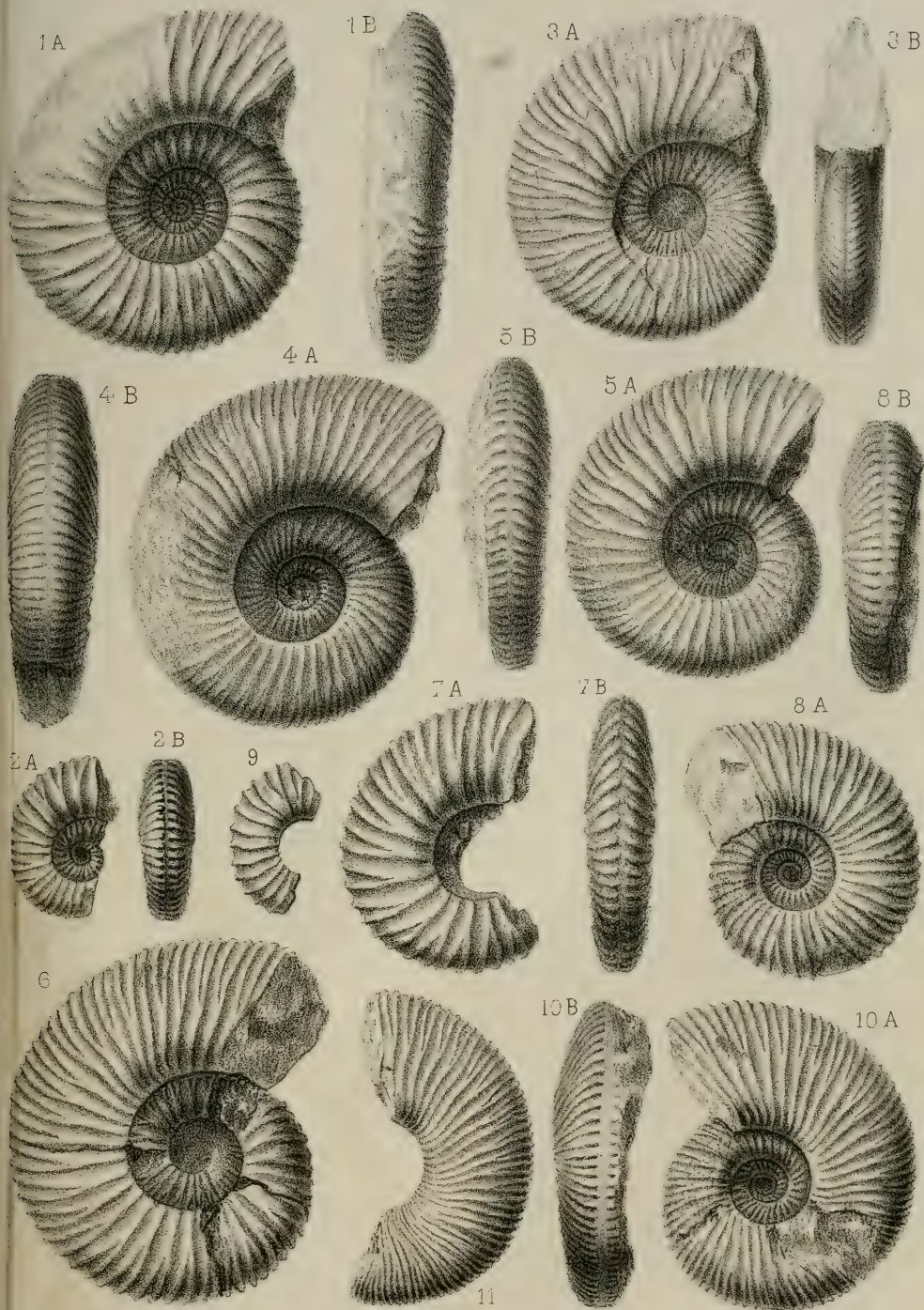
- | | |
|--|---|
| 1. Belemnites Orbigny Duval Jouve. | 7 et 8. Haploceras carachtheis, Zeusch, sp. |
| 2. ____ d° ____ d° ____ var. suborbigny. Touc. | 9, 10 et 11. ____ d° ____ leiosoma Oppel sp. |
| 3. ____ d° ____ d° ____ var. Jouvei. Touc. | 12 et 13. ____ d° ____ cristifer Zittel sp. |
| 4. Phylloceras ptychoicum, Quenstedt sp. | 14, 15 et 16. Holcostephanus pronus Oppel sp. |
| 5 et 6. ____ d° ____ d° ____ var. inordinatum. | 17 et 18. ____ d° ____ Negreli, Math. sp. |



A. Barbenès ad. nat. del. et lith.

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Perisphinctes Richteri Oppel sp. | 4. Perisphinctes eudichotomus Zittel sp. |
| 2. _____ d° _____ Lorioli Zittel sp. | 5 et 6. _____ d° _____ transiens Oppel sp. |
| 3. _____ d° _____ Pouzinensis Toucas. | 7 et 8. _____ d° _____ senex Oppel sp. |





A. Barbenès ad nat. del et lith.

Imp. Edouard Bry, Paris.

1 et 2. *Hoplites Privasensis* Pictet sp.

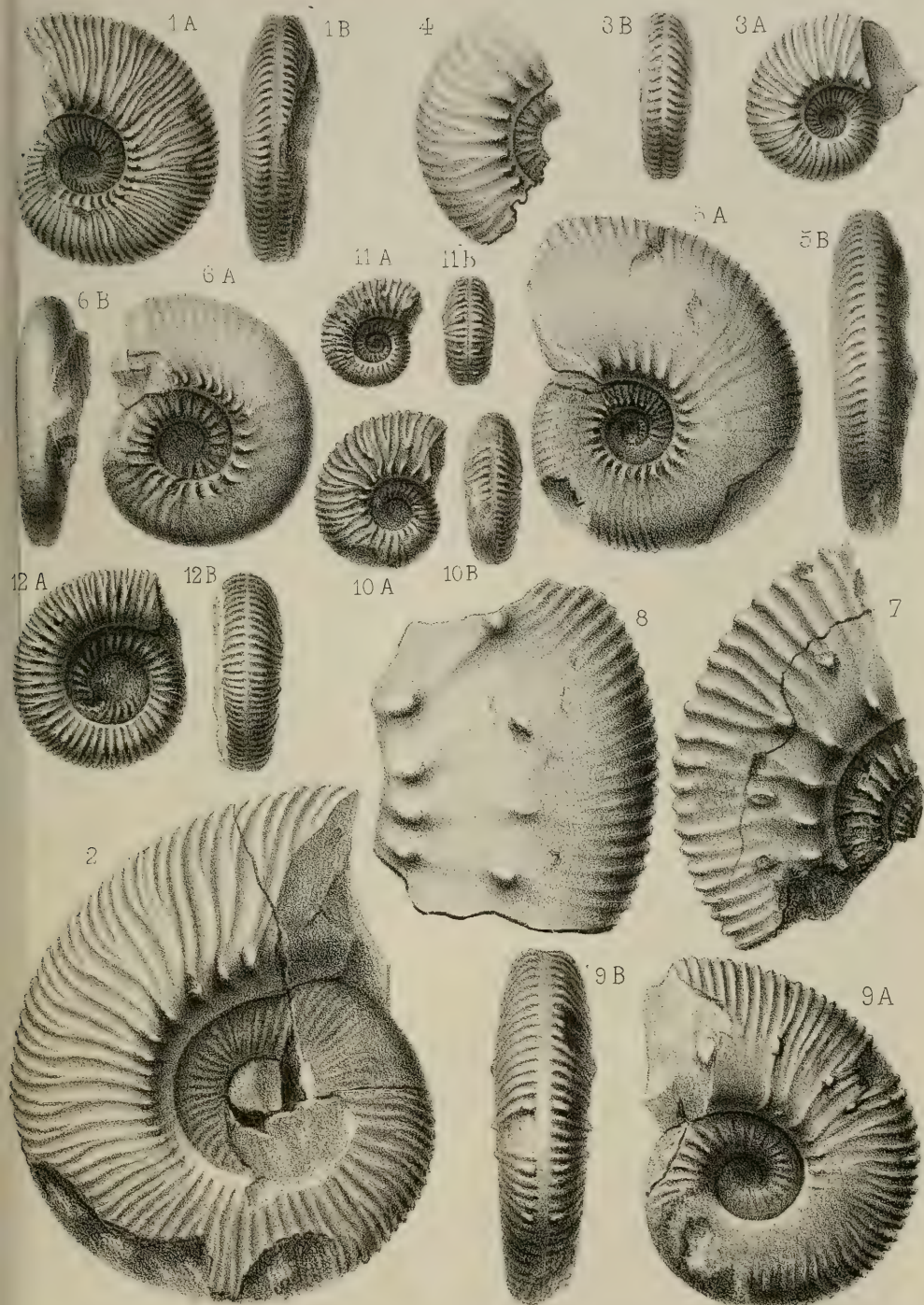
3. ____ d° ____ *Calisto* d'Orb. sp.

4 et 5. ____ d° ____ d° ____ var. *subcalisto*. Toucas.

6 et 7. *Hoplites Calisto* var. *Berthei*, Toucas.

8 et 9. ____ d° ____ d° ____ var. *Chomeracensis*. Toucas.

10 et 11. ____ d° ____ *Carpathicus* Zittel sp.



A. Barbenès ad. nat. del. et lith.

Imp. "Géographe" Bay Paris.

- | | |
|--|--|
| 1. — <i>Hoplites Boissieri</i> Pictet sp. | 7. — <i>Hoplites Euthymi</i> Pictet sp. |
| 2. — d° — <i>abscissus</i> Oppel sp. | 8. — d° — <i>Chaperi</i> Pictet sp. |
| 3 et 4. — d° — <i>progenitor</i> Oppel sp. | 9 et 10. — d° — <i>Botellæ</i> Kiljan |
| 5. — d° — <i>occitanicus</i> Pictet sp. | 11. — d° — <i>Koellikeri</i> Oppel sp. |
| 6. — d° — <i>Dalmasi</i> Pictet sp. | 12. — d° — <i>microcanthus</i> Oppel sp. |

Note de M Michel Lévy



FLANC SUD DU RAVIN DE LA GRANDE CASCADE

—

 α°

ॐ

Chopine

Mercœur

Louchadière

Côme

P. de Dôme

Laschamp

Sana

Tuilère



PANORAMA DES PUYs PRIS AU

el Lévy

P. de l'Ouire

P. de l'Aiguiller



ET A L'EST DU PUY LOUP

Note de M. Michel Long

Chopine				Mer		
Louchadière	Côte	P. de Dôme	Laschamp	Sanadour	P. de l'Ouvre	P. de l'Aisguiller
	Tuilère					



PANORAMA DES PUYIS PRIS AU PUY ET A L'EST DU PUY LOUP

Note de M. Michel Lévy

Granite

Faïlle

Cinérîte

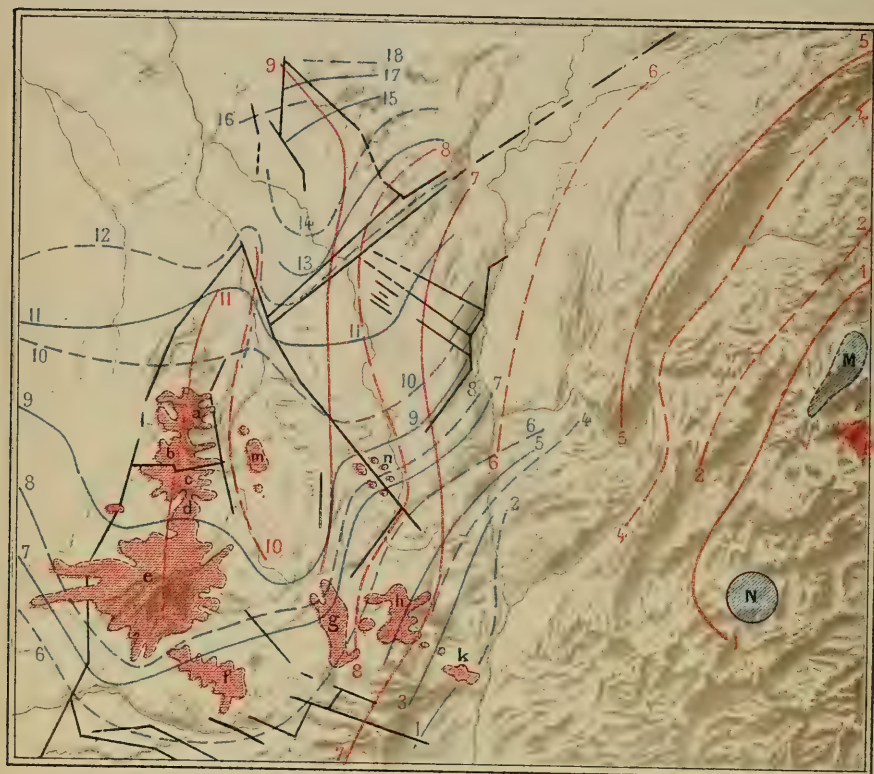


FAILLE DE LA BOURBOULE

derrière l'ancien Etablissement

(D'après une photographie de M. Lamarle)

Fig. 1— Principaux plis et principales fractures du Plateau Central.



M Mont-Blanc. ——— N Pelvoux.

—————	Failles	
-----	Plis synclinaux	} Carbonifères.
=====	Plis anticlinaux	
-----	Plis synclinaux	} Tertiaires.
=====	Plis anticlinaux	

This historical map depicts the Lake Champlain region, highlighting the 1763 boundary between British and French territories. The map features numerous place names, including Ticonderoga, Plattsburgh, and Burlington. It also shows elevation contours and geographical features like Lake Champlain and Lake George. The map is oriented with North at the top.

 Failles.

Fig. 1 — Coupe du Plateau des Puy. Puy Chopine. (Echelle au $\frac{1}{80.000}$)

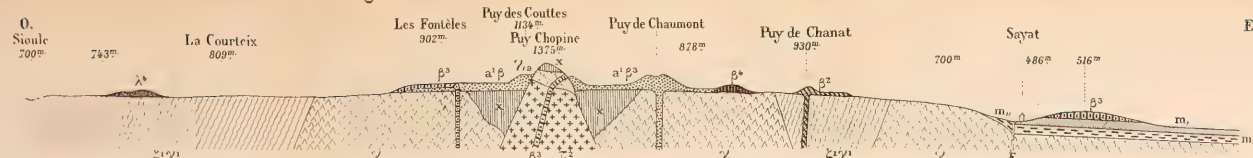


Fig. 2 — Coupe du Plateau des Puy et du Bassin tertiaire. Voussoir de St-Yvoine. (Echelle au $\frac{1}{160.000}$)

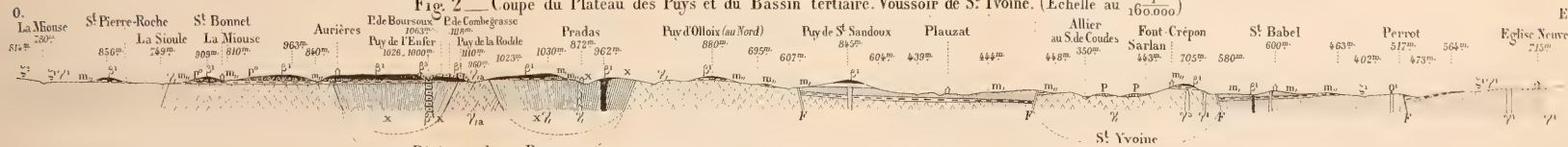


Fig. 3 — Glaciaire et alluvions glaciaires p¹ (Echelle au $\frac{1}{160.000}$)



Croquis à $\frac{1}{80.000}$ en verticale



Fig. 4 — Deux courants glaciaires p¹ (Echelle des hauteurs $\frac{1}{80.000}$ Echelle des distances $\frac{1}{160.000}$)

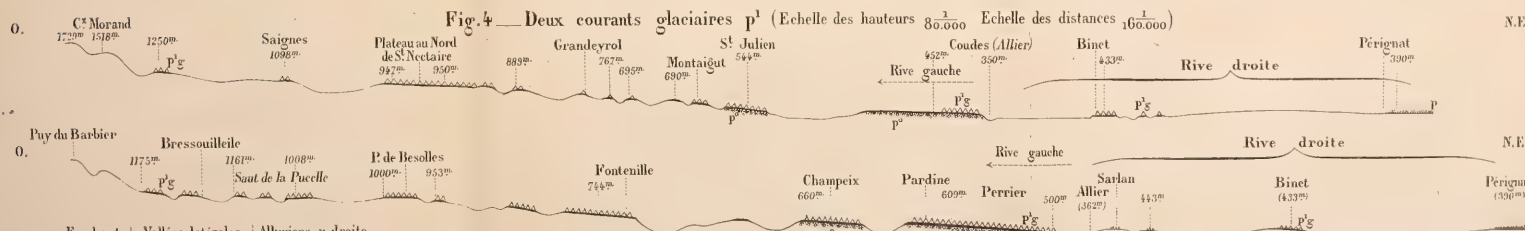
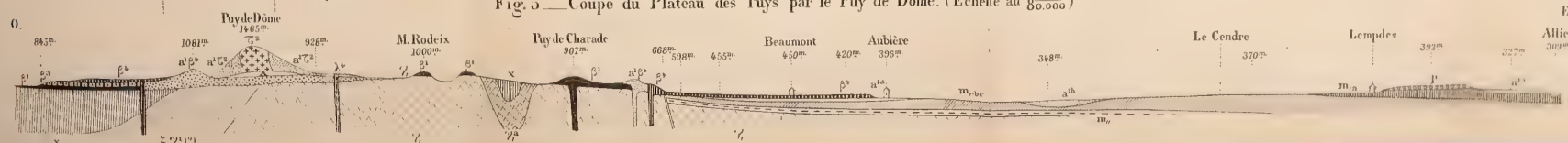


Fig. 5 — Coupe du Plateau des Puy par le Puy de Dôme. (Echelle au $\frac{1}{80.000}$)

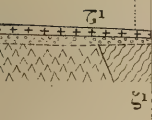


LÉGENDE

- A Dépôts sur les pentes.
- a^b Sables et graviers.
- a^c Cailloux roulés.
- p Cailloux roulés et blocs des hautes terrasses.
- p^g Conglomerat glaciaire.
- p^c Glaciers.
- m Aquitainien.
- m^a Argiles et calcaires à stratelles.
- m^b Argiles sup.
- m^c Argiles inf.
- x Schistes et quartzites.
- z¹ Micaschistes.
- z² Gneiss granulitiques.
- β¹ Basaltes récents.
- λ¹ Labradorites quaternaires.
- α¹ Andésites quaternaires.
- γ¹ Trachytes (Dômes).
- β² Basaltes quaternaires.
- α² Andésites quaternaires.
- γ² Trachytes (Dômes).
- β³ Basaltes des pentes (pliocène supérieur).
- β⁴ Basaltes des plateaux.
- β⁵ Basaltes platiques.
- φ¹ Phonolites supérieurs.
- α³ Andésites à hornblende.
- α⁴ Andésites (tephrites) à hauque.
- γ³ Trachytes à grands cristaux de sanidine.
- p^g Conglomerat glaciaire.
- α⁵ Andésites, basaltes du pliocène moyen.
- φ² Phonolites inférieurs.
- p^g Conglomerat glaciaire.
- g Granite.
- g^a Granite à amphibole.
- f Fault.

Villevi

1029^{m.} 9



y de Pessade

1273^{m.}

1250^{m.} 115

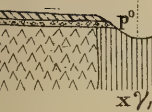


u 80.000)

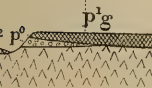
arcel

m.

896^{m.}

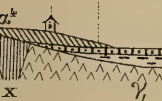


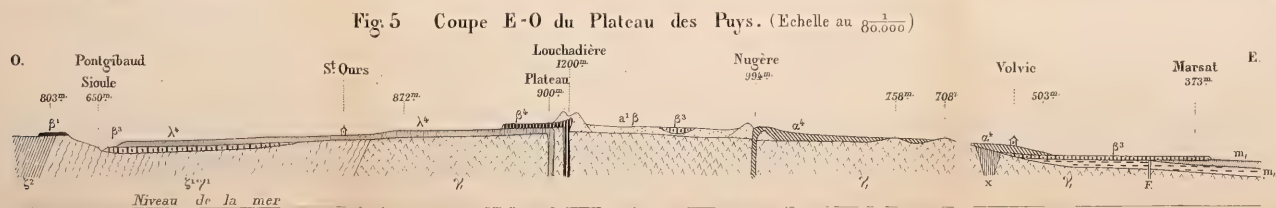
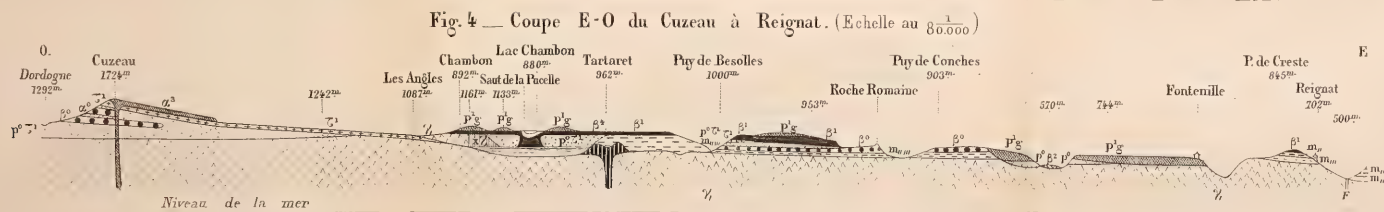
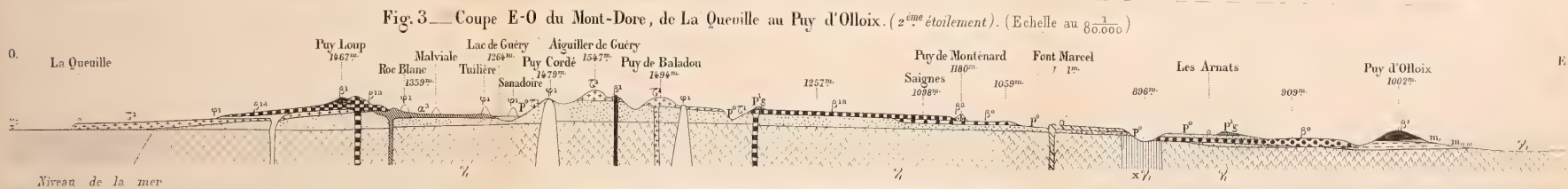
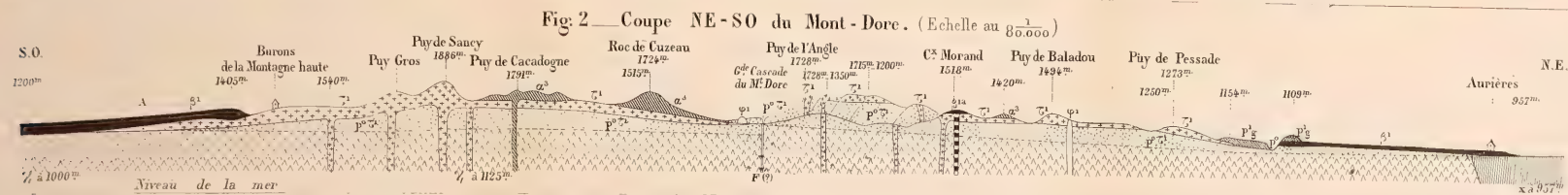
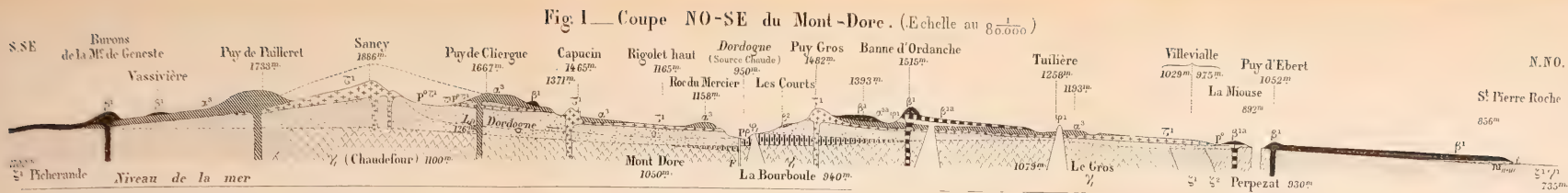
m. 744^{m.}



Volvie

503^{m.}





LÉGENDE

- A Dépôts sur les pentes.
- a^b Sables et graviers.
- a^a Cailloux roulés.
- p Cailloux roulés et blocs des hautes terrasses.
- p^s Conglomérat glaciaire.
- pⁿ Alluvions poncesuses.
- m Aquitainien.
- m₁ Calcaires à helix.
- m₂ Calcaires à lymnées et à potamides.
- m₃ Arkoses et calcaires à striatelles.
- m₄ Arkoses sup^{re}.
- m₅ Calcaire et arkoses inf^{re}.
- x Schistes et quartzites.
- z¹ Micachistes.
- z² Gneiss granulitiques.
- β¹ Basaltes récents.
- λ¹ Labradorites quaternaires.
- α¹ Andésites quaternaires.
- γ¹ Trachytes (Domites).
- β² Basaltes quaternaires.
- α¹ β¹ α² Cinérites.
- β¹ Basaltes des pentes (pliocène supérieur).
- β¹ Basaltes des plateaux.
- β¹ Basaltes ophitiques.
- φ¹ Phonolites supérieurs.
- α¹ Andésites à hornblende.
- α² Andésites (éphrites) à haityne.
- γ¹ Trachytes à grands cristaux de sanidine.
- p¹ Cinérite andésitique.
- α² β² Andésites, basaltes du pliocène moyen.
- φ¹ Phonolites inférieurs.
- p¹ Cinérite rhyolitique.
- γ¹ Granite.
- γ¹ Granite à amphibole.
- F. Faille.

Note de M. Michel Lévy.

Bull. Soc. Géol. de France.

3^e Série, T. XVIII, Pl. XXV.
(Séance du 14 Septembre 1890)

Fig. 1.—Andésite (téphrite) à Haüyne de Mareuge.

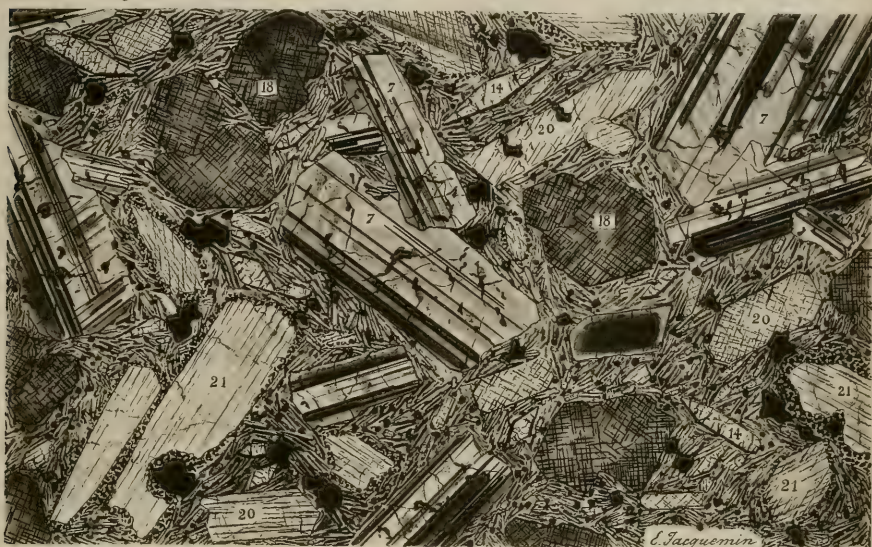
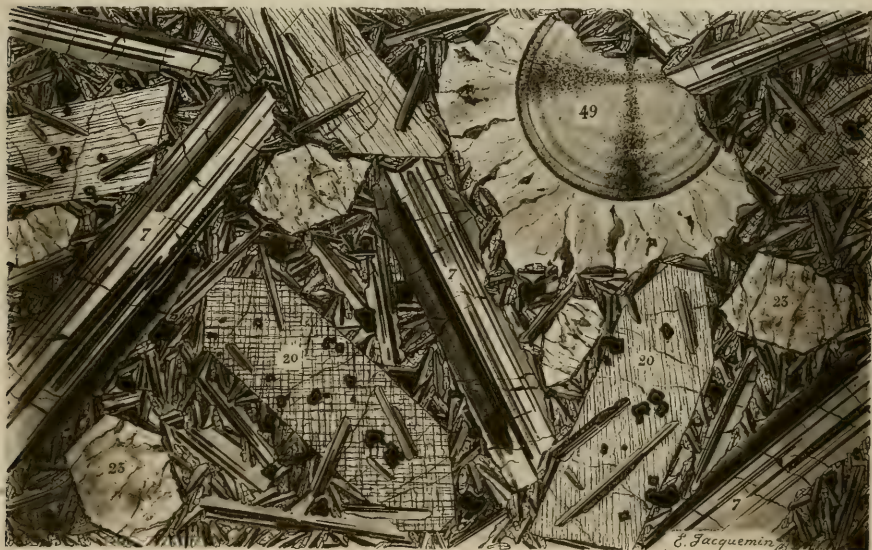


Fig. 2.—Basalte mi-partie ophitique de la Banne d'Ordenche.



Héliotypie G. Pilarski.

(7) Labrador.—(14). Sphène.—(18) Haüyne.—(20) Augite.—(21) Hornblende.—
(23) Péridot.—(49) Calcite.—Microlites Fig. 1... Andésine et Augite.—
Fig. 2... labrador et augite.

Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

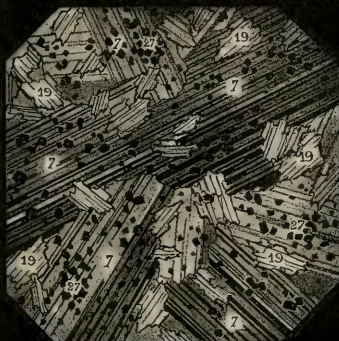


Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



E. Jacquemin ad. nat. del. et lith.

Imp. Edouard Bry, Paris.

Note de M. Lacroix

Bull. Soc. Géol. de France

3^e Série, T. XVIII, Pl. XXVII
(Séance du 14 Septembre 1890)

Fig. 1



Fig. 2

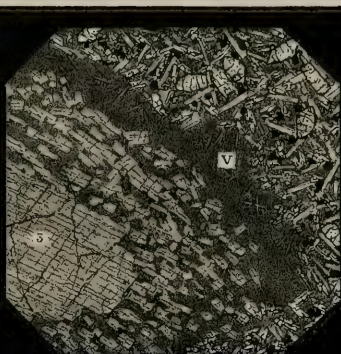


Fig. 3



Fig. 4

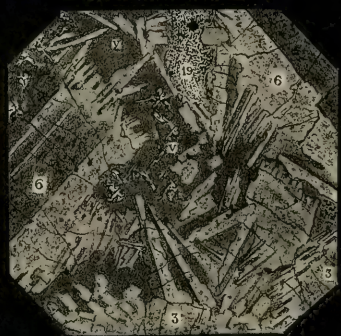


Fig. 5

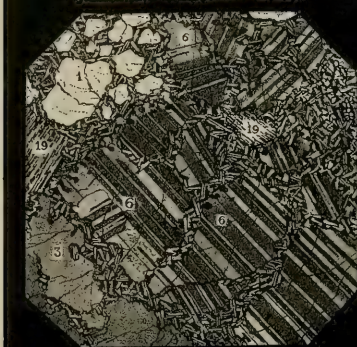
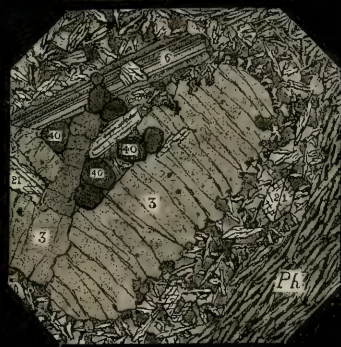


Fig. 6



E. Jacquemin ad. nat. del. et lith.

Imp. Edouard Bry, Paris.

Uncl

INTERNATIONAL LIBRARY
— OF —
WASHINGTON.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

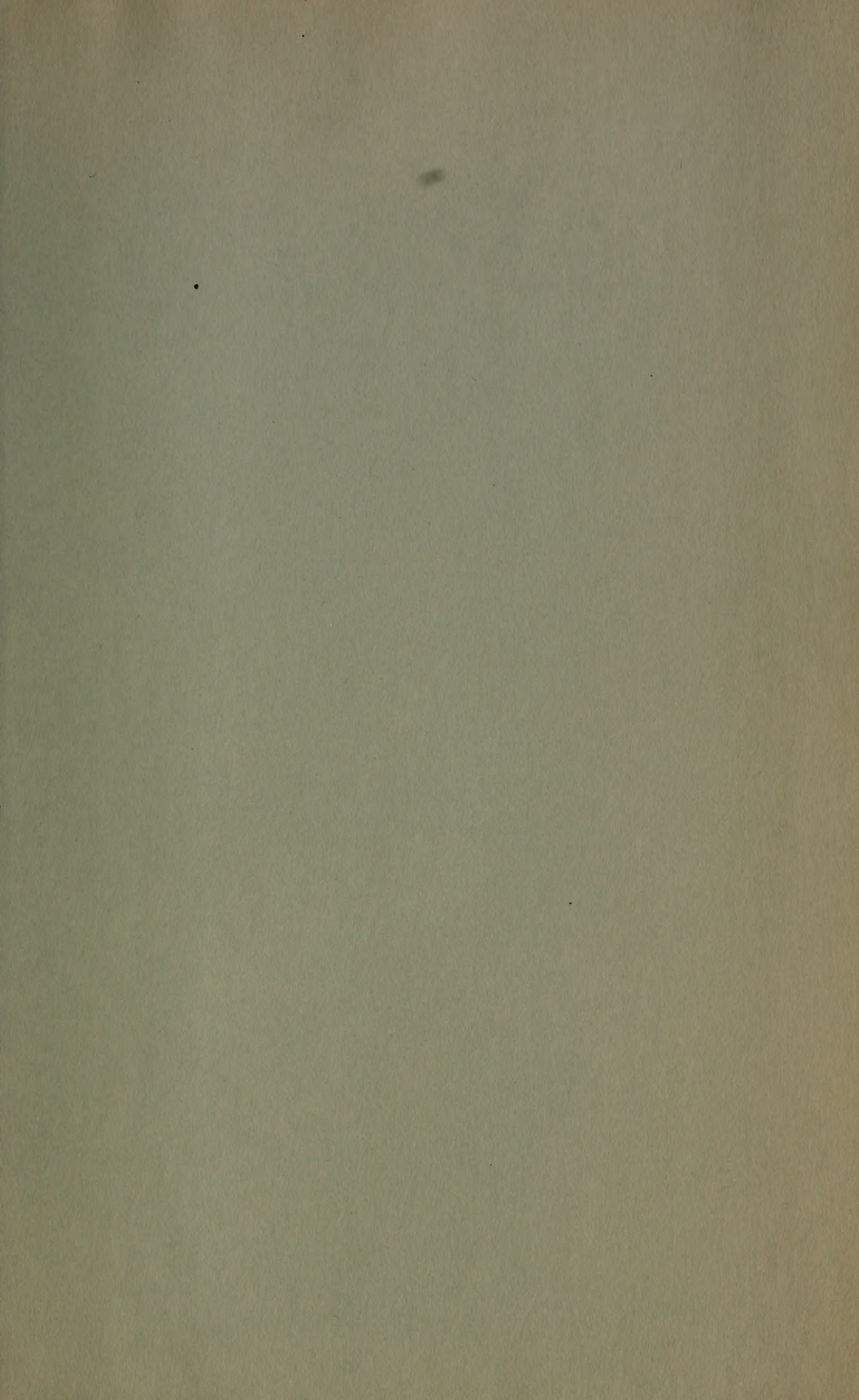
(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME
ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.)

TROISIÈME SÉRIE

TOME DIX-HUITIÈME

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7

1889 A 1890



SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01369 1761